With the Authors compliments.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 54. N:o 2.

ZOOLOGISCHE ERGEBNISSE

DER

SCHWEDISCHEN EXPEDITION NACH SPITZBERGEN 1908

UNTER LEITUNG VON PROF. G. DE GEER

REDIGIERT VON N. VON HOFSTEN UND S. BOCK

TEIL II.

2.

DIE ECHINODERMEN DES EISFJORDS

VON

NILS VON HOFSTEN
UPPSALA

MIT 4 KARTEN UND 51 TEXTFIGUREN (DAVON 46 KARTEN)

MITGETEILT AM 24. FEBRUAR 1915 DURCH HJ. THÉEL UND E. LÖNNBERG

STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 54. N:o 2.

ZOOLOGISCHE ERGEBNISSE

DER

SCHWEDISCHEN EXPEDITION NACH SPITZBERGEN 1908

UNTER LEITUNG VON PROF. G. DE GEER

TEIL II.

2.

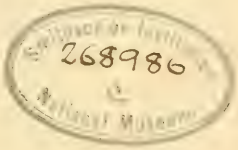
DIE ECHINODERMEN DES EISFJORDS

VON

NILS VON HOFSTEN
(UPPSALA)

MIT 4 KARTEN UND 51 TEXTFIGUREN (DAVON 46 KARTEN)

MITGETEILT AM 24. FEBRUAR 1915 DURCH HJ. THÉEL UND E. LÖNNBERG



STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1915

Vorwort.

Vorliegende Arbeit ist eine tiergeographisch-ökologische Untersuchung über die Echinodermenfauna des Eisfjords an der Westküste von Spitzbergen, hauptsächlich auf das während der schwedischen Expedition 1908 von Dr. S. Bock und mir gesammelte Material gegründet. Nicht tiergeographische Fragen, deren Bearbeitung auf Grund dieses Materials hätte unternommen werden können, habe ich ganz in den Hintergrund treten lassen, teils absichtlich, teils wider meinen Willen; auch in den Fällen, wo systematische Fragen aufs engste mit den tiergeographischen Problemen verknüpft sind, habe ich in der Regel auf ihre Behandlung verzichten müssen, weil dafür ein grosses Vergleichsmaterial von andern Gegenden nötig gewesen wäre.

Über die allgemeinen Gesichtspunkte, welche mich bei dieser Untersuchung geleitet haben, will ich mich hier nicht eingehender aussprechen; sie gehen wohl aus dem Inhalt der Arbeit hervor, und ich hoffe auch, bei einer andern Gelegenheit hierauf zurückzukommen, in einer zusammenfassenden und abschliessenden Arbeit über die gesamte Fauna des Eisfjords. Es genügt zu betonen, dass ich stets das Ziel vor Augen gehabt habe, den Zusammenhang zwischen den äusseren Lebensbedingungen und der Verbreitung der Tiere zu ergründen.

Die Verbreitung einer Art innerhalb eines eng begrenzten Gebietes wird natürlich durch dieselben Faktoren bedingt, welche die grossen Linien der geographischen Verbreitung bestimmen. Um aus einer Detailuntersuchung, wie der Untersuchung der Eisfjordfauna, allgemeine Schlussfolgerungen ziehen zu können, müssen daher alle Tatsachen und Schlüsse mit solchen aus der allgemeinen Verbreitung verglichen und verknüpft werden. Es ist daher, wie es mir scheint, nicht nur begreiflich, sondern direkt unerlässlich, dass in dieser Arbeit allgemeine tiergeographische Untersuchungen einen so breiten Raum einnehmen.

Ich gewärtige den Vorwurf, dass ich bei der ganzen Arbeit und vor allem in den Zusammenstellungen der allgemeinen Verbreitung in eine ermüdende und unnütze Ausführlichkeit verfallen sei. Ich werde solche Aussetzungen mit Ruhe aufnehmen, in der festen Überzeugung, dass eine tiergeographische Untersuchung ohne eine ermüdende Fülle von Detailangaben der einzig sicheren Basis entbehrt, welche sie zu etwas mehr als einem blossen Glaubensbekenntnis des Verfassers machen kann. Wie viele tiergeographische Hypothesen haben nicht unnützerweise das Tageslicht erblickt, weil der

Autor sich die Mühe nicht genommen hat, sich mit den früher bekannten Tatsachen vertraut zu machen; wie viele leichtsinnig aufgestellten Theorien haben nicht lange als unbestrittene Wahrheiten gegolten und den Fortschritt der Wissenschaft verzögert, weil der Begründer nur seine subjektive Deutung der Tatsachen, nicht die Tatsachen selbst vorgelegt hat!

Die Darstellung erhält eine gewisse Breite auch dadurch, dass ich im Speziellen Teil die tiergeographische Stellung jeder Art für sich erörtere. Auch diese Methode halte ich für notwendig, um den persönlichen Ansichten einen objektiven Hintergrund zu verleihen. Die Beziehungen zwischen den Lebensbedingungen und der Verbreitung der Tiere sind so ausserordentlich kompliziert, die Variationen in der Reaktionsweise der Tiere gegen die Aussenbedingungen sind so mannigfaltig, dass man jede Art isoliert betrachten und in jedem Falle die Gründe für und gegen die verschiedenen Möglichkeiten sorgfältig abwägen muss. Die Gefahr der Verallgemeinerung ist um so grösser, als durch verschiedene Ursachen ähnliche Resultate gezeitigt werden können; Tiere mit in den Hauptzügen übereinstimmender Verbreitung können sich bei vertiefter Analyse dieser Verbreitung als zu verschiedenen tiergeographischen Gruppen gehörig erweisen, mit verschiedener Geschichte und verschiedenen Anforderungen an die äusseren Bedingungen. Die Ausführlichkeit und die Wiederholungen sind also nach reiflicher Überlegung entstanden (»Das mach' ich mir denn zum reichen Gewinn, dass ich getrost ein Pedante bin», sagt Goethe).

Ein Hauptfehler der Arbeit ist vielmehr, dass die Darstellung zu wenig ausführlich ist. Um tiergeographische Schlüsse ziehen zu können, muss man ein gewaltiges Material von Tatsachen sammeln; die in dieser Arbeit zusammengestellten und neu veröffentlichten Beobachtungen sind nur ein Bruchteil von denen, welche erwünscht, oft sogar erforderlich wären. Dies gilt nicht nur von Beobachtungen in andern Gegenden, sondern auch von unseren Untersuchungen im Eisfjord. Es gibt wohl kein anderes arktisches Gebiet, dessen Fauna so systematisch untersucht worden ist; trotzdem stösst man fast bei jeder Art auf Fragen, zu deren sicheren Beantwortung die fünffache Anzahl unserer 130 Stationen nötig gewesen wäre. Dass unsere Beobachtungen nicht so vollständig sind, wie ich es bei der Planierung unserer Untersuchung hoffte, hat seine Ursache teils in der Kürze des arktischen Sommers, teils in besonderen, bei jeder Expedition leicht sich erhebenden Schwierigkeiten.

Ich bin der letzte, der bestreiten möchte, dass wegen dieser Unzulänglichkeit des Tatsachenmaterials — und weil in jeder tiergeographischen Untersuchung, wie vollständig die Beobachtungen auch immer sein mögen, der subjektiven Auffassung des Autors ein breiter Spielraum offen steht — alle Erbegnisse mehr oder weniger unsicher, alle Schlussfolgerungen provisorisch sind. Man wird vielleicht meinen, die ganze Arbeit sei deshalb vergeblich; die Fragen seien zu früh aufgeworfen, und ich habe auch bei ungenügender sachlicher Grundlage versucht, um jeden Peis eine Antwort zu erzwingen. Ich wage jedoch zu hoffen, dass manche der von mir während dieser Untersuchungen gewonnenen Ansichten, wenn sie gleich in hohem Grade einer sichereren Begründung und näheren Ausarbeitung bedürfen, doch etwas von Wahrheit enthalten. Ferner habe ich zu neuen Beobachtungen anregen — die Irrtümer können von diesem Gesichtspunkte

aus grösseren Nutzen stiften als die richtigen Ansichten — und die Wege zeigen wollen, welche die künftige Forschung meiner Ansicht nach zu gehen hat. Ich meine natürlich nicht, dass diese Wege neu sind, ich habe aber versucht, sie etwas klarer und zielbewusster vorzuzeichnen; wenn mir dies einigermassen gelungen ist, ist der Zweck dieser Arbeit erreicht.

Eine der Grundlagen jeder tiergeographischen Untersuchung ist eine möglichst ausgiebige Ausnützung der früheren Literatur. Ich glaube, dass es mir gelungen ist, in den Literaturangaben grössere Vollständigkeit als in den bisher existierenden Übersichten zu erzielen. Die Arbeiten in der »Fauna arctica» enthalten wertvolle, auch meine Aufgabe in hohem Grade erleichternde Zusammenstellungen der Verbreitung und Literatur; diese Publikationen sind aber jetzt schon 15 Jahre alt; die Angaben sind ferner nicht ganz vollständig und ihr Wert wird vor allem dadurch beeinträchtigt, dass diejenigen über die Verbreitung allzu summarisch sind und daher oft keine Schlüsse auf die Lebensbedingungen erlauben. Ich habe versucht, die bisher bekannte Verbreitung der Arten so ausführlich zu behandeln, wie es ohne eine allzu starke Inanspruchnahme des Raumes möglich war. Auf absolute Vollständigkeit können die Literaturangaben keinen Anspruch machen; ich mag mehrere übersehen haben, und vor allem gibt es mehrere Arbeiten, grösstenteils in den Verhandlungen kleiner privater Gesellschaften veröffentlicht, welche in keiner schwedischen Bibliothek vorhanden sind und welche ich mir trotz vielfacher Bemühungen auf keine andere Weise habe verschaffen können; von grosser Bedeutung dürften die in solchen Publikationen enthaltenen Angaben jedoch nicht sein. Vorläufige Mitteilungen und reine Wiederholungen habe ich im allgemeinen nicht berücksichtigt.

Die Verbreitung der einzelnen Arten wird durch Karten veranschaulicht. In der früheren Literatur über arktische und nordische Echinodermen sind solche nur für einzelne boreale Gebiete (Kattegatt, Nordsee; durch Petersen und Süssbach & Breckner) zur Verwendung gekommen und diese Karten sind nicht vollständig; es scheint mir jedoch klar zu sein, dass in einer tiergeographischen Arbeit Karten ein nahezu unentbehrliches Hilfsmittel sind, und, sofern sie zuverlässig sind, einen von den theoretischen Erörterungen unabhängigen bleibenden Wert besitzen. Über die Prinzipien, welchen ich bei der Ausarbeitung der Karten gefolgt bin, brauche ich mich wohl nur kurz zu äussern. An den mehr detaillierten Karten des Nordmeeres und der angrenzenden Gebiete bedeutet jeder Punkt je nach den Umständen einen oder verschiedene, nahe bei einander gelegene Fundorte. Auf den Karten der allgemeinen Verbreitung sind an derselben Küste gelegene, nicht zu weit von einander entfernte Fundorte vereinigt. Für Küsten, von denen keine Fundorte vorliegen, wird ein Vorkommen nie angegeben, auch wenn die Art aller Wahrscheinlichkeit nach dort vorkommt. Ein Unterschied zwischen vereinzelten Funden und zahlreichen innerhalb eines begrenzten Raumes gelegenen Fundorten konnte auf diesen letzteren Karten wegen des kleinen Massstabes und anderer praktischer Rücksichten oft nicht gemacht werden; ein Vergleich mit dem Text bringt in solchen Fällen näheren Aufschluss. — Mehrere Autoren geben Fundorte an, welche auf keiner gewöhnlichen Karte zu finden sind; wenn nichts über die Lage gesagt wird,

konnten solche Fundorte natürlich nicht auf die Verbreitungskarten eingetragen werden (vom pazifischen Gebiet geben z. B. Fisher und Clark mehrere solche Fundorte an).

Bei der Ausarbeitung dieser Abhandlung haben mich mehrere schwedische und ausländische Forscher in verschiedener Weise unterstützt. Für die Vermittlung mir nicht zugänglicher Literatur bin ich den Herren Prof. Dr. A. Appellöf (Uppsala), Dr. L. Breitfuss (St. Petersburg), Prof. W. R. Coe (New Haven), Mr. E. W. Sharp (England), Dr. J. Tesch (Helder), sowie der Marine Biological Association (Plymouth), zu Dank verpflichtet. Die Mitteilung nicht veröffentlichter Beobachtungen oder anderer Auskünfte verdanke ich den Herren Prof. Dr. A. Appellöf (Uppsala), Dr. S. Bock (Uppsala), Prof. K. Derjugin (St. Petersburg), Dr. J. Grieg (Bergen), Dr. Hj. Östergren (Fiskebäckskil), Dr. J. Tesch (Helder). In besonders angenehmer Erinnerung bewahre ich die freundliche Hilfe und das rege Interesse, welche Prof. Appellöf meinen Untersuchungen entgegenbrachte; zahlreiche Gespräche und Diskussionen mit diesem ausgezeichneten Kenner der nordischen Meeresfauna haben auf die Entwicklung meiner Anschauungen einen wesentlichen Einfluss ausgeübt.

Grossen Dank schulde ich auch Herrn Prof. Dr. Hj. Théel (Stockholm), der mir das im schwedischen Reichsmuseum zu Stockholm aufbewahrte, von zahlreichen früheren schwedischen Expeditionen im Eisfjord eingesammelte Echinodermenmaterial (die Ophiuriden zu grossem Teil von Ljungman u. a., alle Asteriden und Holothurien von Hj. Östergren bestimmt) zur Verfügung gestellt hat.[1] Die von der Kolthoff-Expedition 1900 gesammelten, von Hj. Östergren bestimmten Echinodermen werden grossenteils im Zoologischen Museum zu Uppsala aufbewahrt; sie wurden mir von Prof. Dr. A. Wirén zur Verfügung gestellt.

Zum Schluss bitte ich den Leiter der Expedition, Herr Prof. Dr. G. De Geer, meinen aufrichtigen Dank für sein Vertrauen entgegenzunehmen, mir die Leitung der zoologischen Arbeiten der Expedition zu überlassen.

[1] Die reichhaltigen von andern arktischen Gegenden stammenden Echinodermensammlungen des Reichsmuseums, über welche bisher höchstens einige kurze vorläufige Notizen veröffentlicht worden sind, waren mir dagegen nicht zugänglich, weil es ganz ausser meinem Plan lag, eine Bearbeitung des gesamten Materials des Museums an arktischen und borealen Echinodermen vorzunehmen. Inwieweit eine Bezücksichtigung der nicht veröffentlichten schwedischen Funde die von mir in dieser Arbeit gezogenen Schlussfolgerungen beeinflusst haben würde, weiss ich natürlich nicht; jedenfalls würde sie zu einer Vervollständigung der Karten beigetragen haben. Da es unsicher ist, wann eine Bearbeitung der älteren schwedischen Sammlungen erscheinen wird, habe ich jedoch nicht gezögert, die Karten zu veröffentlichen. In einigen Fällen, wenn Aufschluss über spezielle Fragen zu erwarten war, wurden mir die Sammlungen des Reichsmuseums mit der grössten Bereitwilligkeit zur Verfügung gestellt.

Spezieller Teil.

Um einen Überblick über die Verbreitung der Arten im Eisfjord und gleichzeitig eine Kontrolle meiner eigenen Schlussfolgerungen zu ermöglichen, füge ich jeder Art eine Liste der Fundorte bei. Die Stationen werden darin, um das Trennen von nahe bei einander gelegenen aber bei verschiedenen Gelegenheiten besuchten Fundorten zu vermeiden, nicht in Nummerfolge, sondern nach ihrer Belegenheit aufgezählt; ich beginne mit dem Eingang, schreite der Nordwestküste (Fjordstamm und Baien) entlang bis in die innersten Buchten und dann der Südostküste entlang bis zum Ausgangspunkt.

Um die bathymetrische Verbreitung der Arten im Eisfjord zu veranschaulichen, habe ich eine Darstellungsweise gebraucht, die kaum besondere Erläuterungen erfordert. In den Schemata der vertikalen Verbreitung sind alle Dredgestationen aufgeführt, die Fundorte durch fette Ziffern ausgezeichnet; wenn die Dredge sich zwischen verschiedenen Tiefen bewegt hat, habe ich den Platz in vertikaler Richtung durch Berechnung des Mittelwertes bestimmt (nur in vereinzelten Fällen ist der Unterschied so gross, dass hierdurch eine Fehlerquelle entstehen kann). Nur durch diese oder eine ähnliche Methode ist es möglich, eine richtige Auffassung der tatsächlichen Verhältnisse zu erhalten. Wenn man, wie üblich, nur auf die Fundorte Rücksicht nimmt, nicht auf alle Stationen, wo das zu besprechende Tier nicht angetroffen wurde, entstehen leicht sehr bedenkliche Fehlschlüsse. Dass jede Station durch ihre Nummer bezeichnet wird, ist von Vorteil bei der Erörterung der Ursachen für das Vorkommen oder Fehlen in einer gewissen Tiefe und überhaupt unter gewissen äusseren Bedingungen. Um über die Beschaffenheit der Stationen, an welchen eine Art nicht gefunden wurde, näheren Aufschluss zu erhalten, muss man natürlich eine Liste unserer gesamten Dredgestationen ratfragen. Wegen Raumersparnis habe ich weder dieser noch den folgenden Abhandlungen über die Eisfjordfauna eine solche Liste beigefügt, sondern verweise auf das vollständige Verzeichnis, das in der diesen Teil der Expeditionsergebnisse einleitenden Arbeit von N. Odhner über die Molluskenfauna des Fjords veröffentlicht ist. Übrigens wird man bei jeder Art die meisten und wohl alle wichtigen Stationen in den Fundortslisten der übrigen Arten wiederfinden. — Die Lage der gesamten Stationen ist auf der Karte Fig. 1 sichtbar.

In der geographischen Nomenklatur des Eisfjordsgebietes folge ich De Geer. Die von ihm gebrauchten, teilweise neu eingeführten Namen der Baien und der Haupt-

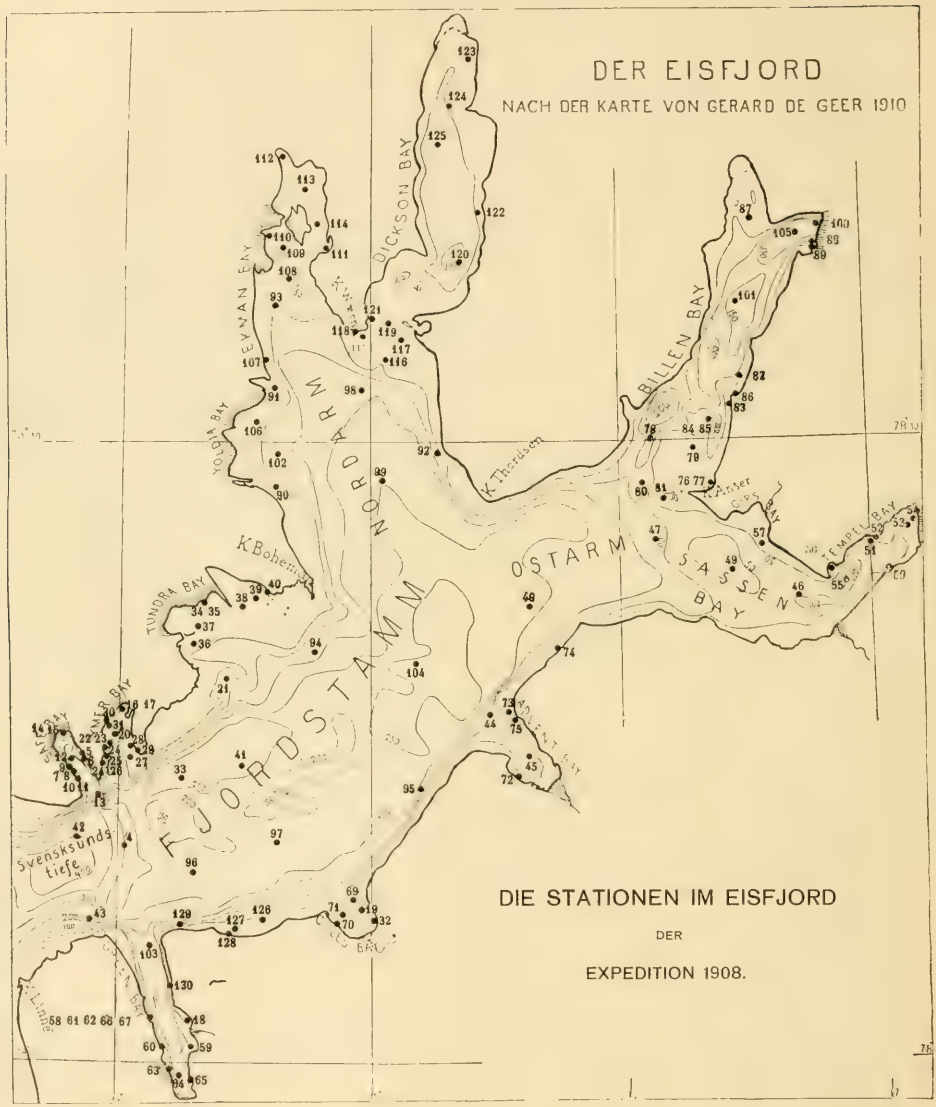

DER EISFJORD
NACH DER KARTE VON GERARD DE GEER 1910
DIE STATIONEN IM EISFJORD
DER
EXPEDITION 1908.
DICKSON BAY
BILLEN BAY
NORDARM
OSTARM
FJORDSTAMM
SASSEN BAY
TUNDRA BAY
K Bohemian
K Thordsen
Svensksundstiefe

Fig. 1

zweige des Fjords findet man auf der Karte Fig. 1, grösstenteils auch auf den Verbreitungskarten.

In bezug auf die von mir gebrauchte tiergeographische Nomenklatur und die schon im Speziellen Teil angewandten neuen Fachausdrücke verweise ich auf den Allgemeinen Teil, wo auch die in den speziellen Darstellungen der Arten erörterten Probleme ihre richtige Beleuchtung erhalten.

Heliometra eschrichtii (J. Müller).

Syn. *Antedon quadrata* Carpenter (s. Levinsen 1886, Grieg 1904 a, Döderlein 1906 a, A. H. Clark 1913). *Heliometra glacialis* A. H. Clark.[1]

Verbreitung im Eisfjord.

Verzeichnis der Fundorte:

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
43	Svensksundstiefe (Eingang in den Fjord), Südseite . . 25.7	228—257 m	228 m: + 2,74°[2]	34,90	Loser Schlamm	Ottertrawl	2 Ex.
13	Eingang in die Safe Bay. 16.7	125—150 m	125 m: + 0,87° III 144 m: + 1,23°	34,52 34,54	Schlamm mit Schalen; *Balanus porcatus*-Gemeinschaft	Trawl	1 Ex.
21	Eingang in die Tundra Bay 20.7	71—68 m	—0,93°	34,29	Sehr loser Schlamm, stellenweise Stein	»	2 Ex.
94	Fjordstamm 21.8	147—141 m	140 m: —0,62°	34,49	Loser Schlamm mit kleinen Steinen	»	3 Ex.
102	Nordarm. Eingang in die Yoldia Bay . . 14.8	70—93 m	85 m: + 0,68°	34,25	Zäher und fester Schlamm mit vielen Steinen	»	2 Ex.
106	Yoldia Bay 2,000 m vom Rande des Svealetschers . . 19.8	28 m	33 m: + 2,87°	33,37	Zäher Schlamm mit Kies	Kl. Dredge	1 Ex.
116	Nordarm. Vor dem Eingang in die Dickson Bay . . . 25.8	57—60 m	+ 1,2°	—	Kies und Stein	»	4 ziemlich kleine Ex.
120	Dickson Bay 27.8	98 m	93 m: —1,63° XXIX[3]	34,27	Loser Schlamm	Trawl	2 Ex.
122	Dickson Bay 28.8	44—40 m	[—0,2 bis—0,7°]	—	Schlamm	»	2 Ex.

[1] A. H. Clark (1908, 1910) ersetzt den wohlbekannten, seit mehr als 70 Jahren eingebürgerten Speciesnamen *eschrichtii* (*Antedon eschrichtii* J. Müller 1841) durch *glacialis* Leach (*Alecto glacialis* Leach 1830 in: Catal. of the Cont. of the Mus. of the Roy. Coll. of Surgeons in London, P. IV, Fasc. 1). Der letztere, nachher auch von Mortensen (1910, 1913) aufgenommene Name ist jedoch ein nomen nudum, die Namensänderung folglich unbefugt.

[2] Alle Temperaturangaben in °C.

[3] Die in eckige Klammern gesetzten Temperaturangaben sind nicht durch direkte Beobachtung gleichzeitig mit der Dredgung gewonnen, sondern nach den Verhältnissen an benachbarten Stellen oder bisweilen nach dem allgemeinen hydrographischen Zustand des Fjords berechnet. Die römischen Ziffern verweisen auf am Ende der Arbeit zusammengestellte Anmerkungen, welche über die Art der Berechnung Aufschluss geben.

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
125	Dickson Bay 28.8	62—70 m	70 m:—1,32°	34,20	Loser, roter Schlamm	Trawl	1 kleines Ex.
82	Billen Bay 15.8	65 m	—0,7°	—	Loser Schlamm mit Kies	Kl. Dredge	2 Ex.
87	» » 17.8	37—35 m	+ 1,5°	—	Sehr loser Schlamm, etwas Kies	»	1 kleines Ex.
46	Sassen Bay 29.7	94—80 m	—	—	Loser Schlamm	Trawl	2 Ex.
47	Eingang in die Sassen Bay 29.7	97—120 m	wahrsch. etwa 0° VII [82 m: + 1,71°]	[34,18]	Loser Schlamm	Ottertrawl	1 Ex.
96	Fjordstamm 22.8	230—200 m	208 m: + 2,56°	34,76	Schlamm mit etwas Stein und Kies	Trawl	3 Ex.

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwedische Expeditionen, nach den Sammlungen des Reichsmuseums, Stockholm: 1864: Safe Bay, 54 bis 90 m, Schlamm und ohne nähere Angaben; 1872—73: Green Bay, 180 m, Stein und Schlamm; 1898: Fjordstamm vor K. Boheman, 40 bis 50 m. [Ferner 1868: 16—20 Meilen W. von dem Eingang des Eisfjords, 215 bis 250 m.]

Norw. Nordmeerexped. 1878: Advent Bay, 110 m., + 0.3°, Schlamm; ohne nähere Angaben (Danielssen 1892 a). Schwed. Exped. 1890: Eingang, 180 m, Stein (Klinckowström 1892). Olga-Exped. 1898: Eingang in die Green Bay, 145 bis 180 mm, Schlamm (Döderlein 1900). Russ. Exped. 1900: Fjordstamm vor dem Eingang in die Green Bay, 205 m, Temp. — 0,8° (Michailovskij 1902). Michael Sars-Exped. 1901: Green Bay, 140 m (also im Eingang), + 1,1e° (Grieg 1904 a). Princ. Alice-Exped. 1898: Tempel Bay, 102 m, Schlamm; 1907: Eingang in die Green Bay, 150 m (Koehler 1908).

Heliometra eschrichtii ist, wie aus dem Obigen hervorgeht, im Eisfjord gemein, obgleich sie nach den bisherigen Erfahrungen hier nirgends in so grossen Massen lebt, wie sie es bisweilen tut. Sie findet sich, wie überall, auf Boden von ziemlich wechselnder Beschaffenheit; wahrscheinlich ist sie gemeiner auf Schlamm- als auf reinem Steinboden, andererseits aber vielleicht seltener auf reinem Schlammgrund als auf verschiedenen Arten von gemischtem Boden.

Die bathymetrische Verbreitung erstreckt sich nach unseren Beobachtungen von 28 bis ungefähr 250 m. Es ist nicht unmöglich, dass die Art tiefer hinabsteigt; wenn dies nicht der Fall ist, so müssen es lokale Verhältnisse in der grössten Tiefenhöhle sein (Bodenbeschaffenheit, Nahrung od. dgl.), welche das Tier von dort fernhalten. In der ganzen äusseren Hälfte des Fjords ist die Art nicht in einer Tiefe von weniger als 70 m gefunden worden; sie fehlt also in allen Buchten des Fjordstamms. Die Ursache dieser beschränkten Verbreitung ist unklar; entweder ist wohl die Art überall von dieser Tiefe an häufiger, oder die Bodenbeschaffenheit ist in den erwähnten Abschnitten ungünstig (teilweise äusserst loser Schlamm).

Mit drei, oben angegebenen Ausnahmen wurden an jeder Station wenigstens teilweise grosse Exemplare erbeutet (Durchmesser des Bechers 15—16 oder sogar etwa 20 mm, Cirren bis 60, in einem Falle 69 mm, Armlänge bis ungefähr 180 mm).

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 2).

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: SW. und W. vom Südkap, Eingang in den Belsund, Eisfjord (s. oben), vor dem Eisfjord, W. und N. von Pr. Charles Foreland; 128, 199, 761, 1359 m (Danielssen 1892 a), 108 bis 125 m[1] (Klinckowström 1892), 36 bis 140, 135, 150 m (Döderlein 1900, 1906 a, s. auch A. H. Clark 1913), 175 m (Koehler 1908); ferner Kolthoff-Exped. 1900: N. von Pr. Charles Foreland, 100 m (Zoolog. Museum, Uppsala). Nordwestspitzbergen, 18, 35 m (Hoffmann 1882), 475 m (Danielssen 1892 a), 430 m (Koehler 1908). Nordspitzbergen: N. von Westspitzbergen, 160 bis 180 m (Klinckowström 1892), 65 m (Michailovskij 1902). N. und NO. von Nordostland, 180 m (Michailovskij 1902), 85, 95, 105 m (Döderlein 1906 a). Ostspitzbergen: Ostküste vom Nordostland, 66 m, K. Karls Land, 40, 85, 105 m; SO. und S. von Edges Land, 27—186 m;[1] Storfjord, 36—etwa 135 m (Carpenter 1886, Pfeffer 1894 [s. auch Clark 1913], Michailovskij 1902, Döderlein 1906 a, Koehler 1908). Beeren Eiland-Bank, 130, 200, 280 m (Grieg 1904 a).

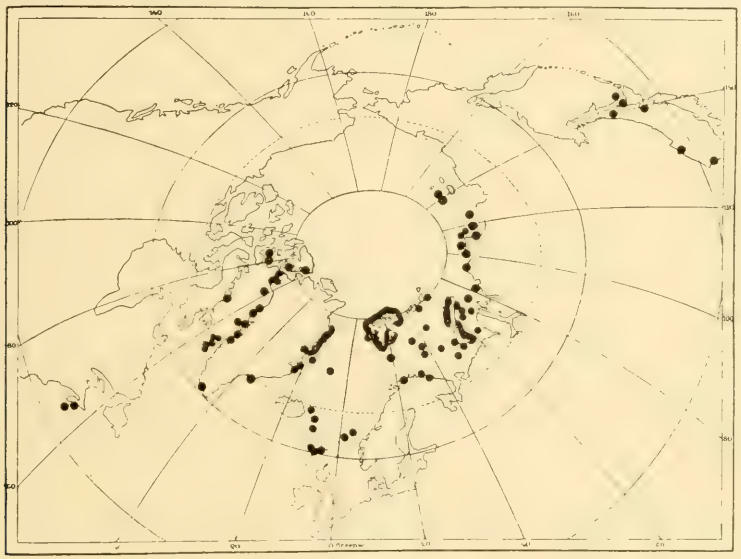


Fig. 2. *Heliometra eschrichtii.*

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer von den Neusibirischen Inseln bis an das Karische Meer, 27—90 m (Stuxberg 1882, teilweise 1878, 1886), 29—60 m (Kalischewskij 1907), Karisches Meer, 35—144 und 90 bis 225 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886; 1886 ein Fundort in 18 m Tiefe ewähnt, jedoch nicht in dem Verzeichnis am Ende der Arbeit; im Reichsmuseum zu Stockholm keine Exemplare von so geringer Tiefe), 80—180 m (Levinsen 1886, s. auch Holm 1887 und Clark 1913), 85—150 m (Ruijs 1887, Carpenter 1887), 66—220 m (Grieg 1910, auch Karische Pforte). Barentsmeer und Franz Josephs Land, 45—362 m (Stuxberg 1878, 1886, Marenzeller 1878 [*Ant. celticus*], D'Urban 1880, Hoffmann 1882, Carpenter 1886, Michailovskij 1905); nahe bei der Küste von Ostfinnmarken, 238 m (Carpenter 1886 [*Ant. barentsi*, s. Mortensen 1904, Grieg 1904 a]). Murmanküste: Kolafjord, 50 bis 250 m (Awe-

[1] Ausser in den Fundortslisten brauche ich folgende Bezeichnungsweisen der Vertikalverbreitung: »10—100 m» bedeutet »von 10 bis 100 m verbreitet»; »10 bis 100 m» bedeutet »irgendwo zwischen 10 und 100 m gefunden».

RINZEW 1909, s. auch DERJUGIN 1906, 1912). — Westfinnmarken: Komag-, Öx-, Bergsfjord (alle in und vor dem Altenfjord; boreoarktisch?) (GRIEG 1904 a). — Abhang des Nordmeerbeckens vor dem Eingang in die Norwegische Rinne, 775, 820 m (GRIEG 1904 a). Färö-Shetland-Kanal, 590—1140 m (CARPENTER 1888, s. auch W. THOMSON 1873, BELL 1892), 1130, 1220 m (GRIEG 1904 a). Färö-Island-Rücken und O. von Island, 547 m (DANIELSSEN 1892 a), 480, 630 m (GRIEG 1904 a, s. auch APPELLÖF 1912, p. 533), 270 m (SCHMIDT 1904). — Jan Mayen, 100—526 m (FISCHER 1886, DANIELSSEN 1892 a, GRIEG 1904 a). — Nordostgrönland,[1] nördl. bis 77° 35′ n. Br., 18 bis 37—304 m (MORTENSEN 1904, 1910, 1913), 53—300 m (GRIEG 1909); 80 bis 100, 300 m (74° 30′ n. Br., 18° 40′ w. L.; 72° 25° n. Br. 17° 56′ w. L.) (Schwed. Exped. 1900 [Zool. Mus. Uppsala]). Südostgrönland: Tasiusak, 90 m (MORTENSEN 1913) — Westgrönland, nördl. bis in die Melville Bay, 35—740 m (LÜTKEN 1857, WALKER 1860, CARPENTER 1888, HOLM 1889, MORTENSEN 1913, ferner J. MÜLLER 1841 u. a.). — Nordwestgrönland, 13 bis 45—63 bis 72 m (RANKIN 1901), (ferner OHLIN 1895, »probably *A. eschrichtii*»). Ellesmere Land, 45 m (DUNCAN & SLADEN 1877, 1881 [incl. *Ant. celtica* (Barrett)], s. auch CARPENTER 1888). Jones Sund, 14—64 m (GRIEG 1907 a). »Off Coutt's Inlet» (wie es scheint Ostküste von Baffin Land), 235 m (RODGER 1893). — Ostküste von Nordamerika: Bänke vor N. Scotia, 92 m (CARPENTER 1888), 180 m (WHITEAVES 1901); [nach STIMPSON 1854 (s. auch VERRILL 1866) auch in der Fundy Bay gefunden. Diese Angabe scheint sehr zweifelhaft zu sein; nach A. H. CLARK (1908 a) handelt es sich in der Tat nicht um *H. eschrichtii*, sondern um *Hathrometra tenella*].

Pazifisches Gebiet: Ochotskisches Meer bei Süd-Sakhalin; La Pérouse Strait (CLARK 1908). Japanisches Meer vom Tartaren Golf bis an die Ostküste von Korea, 300 m (MARENZELLER 1903), 180, 450 m und ohne Tiefenangaben (CLARK 1908, 1910). — Die pazifische Form ist nach CLARK bedeutend grösser als die gewöhnliche arktische Form und wird deshalb und »considerating the isolated and circumscribed habitat» als eine besondere var. *maxima* unterschieden; andere Differenzen scheinen nicht vorhanden zu sein (1910 spricht CLARK von »the stouter cirri»).[2]

Bathymetrische Verbreitung.

Die bathymetrische Verbreitung erstreckt sich von 14 bis 1359 m (s. oben) und *Heliometra eschrichtii* ist somit eine ungewöhnlich eurybathe Art. Ob sie gleichmässig über dieses ganze Gebiet verbreitet ist, lässt sich nicht sagen, doch ist sie gemein von 30 m bis in grosse Tiefe (mehrere Fundorte unterhalb von 800 m; grosse Mengen noch in 526—630 und 820 m Tiefe [GRIEG 1904 a]). Oberhalb von 25 oder 30 m ist die Art jedoch äusserst selten, und diese Regel scheint für alle Gegenden zu gelten; in einer Tiefe von weniger als 27 m ist sie insgesamt nur zweimal gefunden worden (HOFFMANN 1882: 18 m; GRIEG 1907 a: 14 m). GRIEG (1904 a) setzt die obere Verbreitungsgrenze bei 4, MORTENSEN (1913) bei 10 m; beide diese Angaben sind, soweit ich finden kann, unrichtig.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Dass *Heliometra eschrichtii* sehr gut unter den ausgesprochensten hocharktischen Bedingungen gedeiht, braucht kaum hervorgehoben zu werden. GRIEG (1904 a) hat die tiergeographische Stellung dieser Art ausführlich besprochen; er rechnet sie zu den Kaltwasserformen, »die in der warmen Area teilweise eine grosse Verbreitung haben». Seine Ansicht, dass sie nicht zu den hocharktischen Arten gerechnet werden kann (p. 3), ist gewiss richtig; doch ist es nötig, die wahre Bedeutung des Vorkommens in der »warmen Area» etwas näher zu untersuchen.

Die höchste Temperatur, unter welcher *H. eschrichtii* beobachtet worden ist, beträgt

[1] Die Küste unmittelbar südlich von K. Brewster, bis 69° 44′ n. Br., wird hier und im Folgenden unter Nordostgrönland erwähnt.

[2] Alle oben und auf der Karte aufgenommenen pazifischen Fundorte dürften nach Lage und Tiefe zu urteilen ziemlich rein arktische Bedingungen aufweisen. CLARK (1910) erwähnt ausserdem einen Fundort in den Hirado Straits, 58 m; da dieser in einem ausgesprochen warmen Gebiet gelegen ist, muss ich bis auf weiteres die Richtigkeit nicht der Bestimmung, aber der Ortsangabe in Frage setzen; doch ist es natürlich nicht unmöglich, dass einzelne Exemplare sich von dem nahe gelegenen kalten Gebiet an der Ostküste von Korea bis dorthin verirren können. — Die von CLARK beschriebene var. *biarticulata* berücksichtige ich nicht, da sie eine viel selbständigere Stellung einnimmt und die Fundorte ausserdem zweifelhaft sind.

+ 3,12°[1] (M. Sars-Exped. 1902, s. Grieg 1904 a). Dieser Fundort liegt allerdings in einem Gebiet mit sehr wechselnden Bedingungen (Färö-Island-Rücken) und das Tier braucht hier nur ganz vorübergehend eine so hohe Temperatur zu ertragen. Andere Tatsachen beweisen jedoch, dass die Art nicht nur ganz zufällig in Wasser von + 2° bis + 3° Temperatur lebt. Im Eisfjord fanden wir sie im atlantischen, + 2,5 bis + 2,75° warmen Tiefenwasser. In Finnmarken dürfte sie nicht gemein sein, da sie noch nicht in den Fjorden östlich vom Nordkap gefunden worden ist; dagegen kennt man drei Fundorte in Westfinnmarken. Besonders wichtig sind die Verbreitungsverhältnisse an der Küste von Westgrönland. Nach mehreren von Mortensen (1913) zusammengestellten und neu veröffentlichten Funden ist die Art gemein in der grossen Tiefe der Davis-Strasse, welche stets von atlantischem Wasser von etwa + 3° (oder mehr) Temperatur erfüllt ist (s. Nielsen 1909).

Nach dem oben Gesagten muss *H. eschrichtii* zu der Gruppe von arktischen Tieren gerechnet werden, deren obere Temperaturgrenze bei etwa + 3° liegt. Verschiedene Einzelheiten in der Verbreitung bedürfen jedoch einer Erklärung. Unter anderem ist es auffallend, dass die Art nicht gemeiner in den boreoarktischen Gegenden ist; teilweise beruht dies wohl darauf, dass sie auch für kurze Zeit nicht in noch wärmerem Wasser zu leben vermag.

Grieg stellt *H. eschrichtii* in gleiche Linie mit *Gorgonocephalus agassizi;* diese Art ist jedoch meiner Auffassung nach ein viel ausgeprägteres Kältetier (s. unten S. 132 und im Allgemeinen Teil).

Pontaster tenuispinus (Düben et Koren).

Das einzige von uns gefundene Exemplar hat deutliche, schwach löffelförmige Pedicellarien auf den Adambulacralplatten, unregelmässig paarweise geordnete Marginalplatten, nicht erhabene Papularien und lange Centralstacheln der Paxillen. Es muss also zu der Kaltwasserform — deren Merkmale besonders von Grieg (1907) präzisiert worden sind — gerechnet werden.

Fundorte im Eisfjord:

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
98	Nordarm 27.8	113—160 m	115 m:—0,82°	34,40	Loser Schlamm	Trawl	1 Ex. R 43, r 8 mm
99	» 27.8	197—190 »	+ 0,80°	34,72	» »	»	1 Ex. R 95, r 17,5 mm

[1] Grieg und andere bemerken, dass die Art im Barentsmeer (vom »Willem Barents», Hoffmann 1882) in Wasser von + 4.2° Temperatur gefunden worden sei. Der Fundort liegt jedoch in einem Gebiet, wo eine so hohe Bodentemperatur unmöglich vorkommen kann, und die Temperaturbestimmung ist zweifellos unrichtig. Die Fundangabe enthält übrigens mehrere Widersprüche. Die Orts- und Tiefenangabe gehört nach dem Stationsverzeichnis der Expedition zu St. 11, nicht, wie Hoffmann schreibt, zu St. 10, wo eine Temperatur von nur + 0.6° gemessen wurde; die Tiefenangabe 37 Faden kann ebenfalls nicht richtig sein, denn sowohl St. 10 wie St. 11 liegen in einer mehr als 200 m tiefen Area.

Frühere Funde im Eisfjord:

Helgoland-Exped. 1898: Fjordstamm, 210 bis 240 m, Schlamm mit wenig Steinen (Ludwig 1900 a). Schwed. Exped. 1898: Nordarm, 175 m, Schlamm; 1 Ex., R = 63, r = 18 mm (Riksmuseum, Stockholm).

Da diese Art oft in grossen Mengen auftritt, muss sie im Eisfjord selten sein. In der borealen Region ist sie eine Bank- und Abhangsform, die nur zufällig in die Fjorde eindringt (wie in den Hardangerfjord, s. Grieg 1914). Wenn man die Ergebnisse unserer Untersuchungen mit der übrigen arktischen Verbreitung zusammenstellt (s. die Karten Fig. 3 u. 4), kann man kaum daran zweifeln, dass dieselbe Regel für die arktischen Gebiete

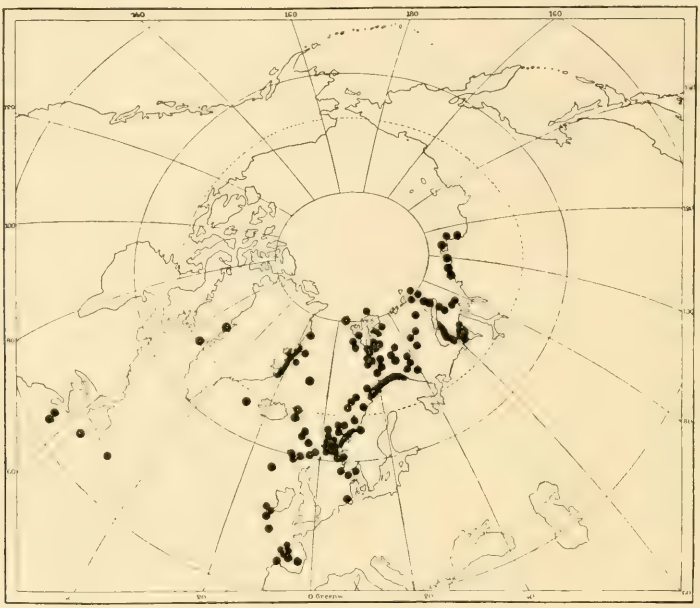


Fig. 3. *Pontaster tenuispinus.*

gilt (einzelne Fjorde — an borealen Küsten der Trondhjemsfjord — scheinen dem Tier günstigere Lebensbedingungen zu bieten).

Pontaster tenuispinus lebt ganz überwiegend auf Schlammgrund, wie es scheint besonders auf mehr oder weniger sandgemischtem Schlamm.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 3, 4).

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: Vor dem Hornsund, 1535 m (Koehler 1908); vor dem Eisfjord, 229 m (Danielssen & Koren 1884); Eisfjord (s. oben). Nordwest- und Nordspitzbergen: NW. von Spitzbergen, 839 m (Danielssen & Koren 1884), 724 m (Michailovskij 1902). N. vom Nordostland, 140 m (Ludwig 1900 a) 195 m (Michailovskij 1902). Ostspitzbergen: K. Karls Land, Olga-Strasse, Nordostküste von Barents und Edges Land, 72—127 m (Pfeffer 1894), 65—290 m (Ludwig 1900 a). Deevie Bay, 18—etwa 25 m (Pfeffer 1894). Hopen Eiland, 48 m (Koehler 1908). Zwischen Hopen Eiland und dem Südkap, 160 m (Döderlein 1900), 267 m (Danielssen & Koren 1884). Beeren Eiland Bank, 140—200 m (Döderlein 1900). Abhang des Nordmeerbeckens westlich davon, 1203, 1403 m (Danielssen & Koren 1884).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer: Ost- und Westtaimyr, 90 m (Stuxberg 1882), 15—60 m (Kalischewskij 1907). Karisches Meer, 30 (meist 80)—270 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886, Levinsen 1886, Ruijs 1887, Sluiter 1895, Kalischewskij 1907, Grieg 1910). Barentsmeer und Franz Josephs Land, 188—413 m (Marenzeller 1878, D'Urban 1880, Hoffmann 1882, Danielssen & Koren 1884, Breitfuss 1903, Michailovskij 1905, Grieg 1907, ferner Sluiter 1895). Ostfinnmarken: Varanger-, Porsangerfjord, 200, 232 m (Danielssen & Koren 1884, Grieg 1907). Zwischen Westfinnmarken und Beeren Eiland, 300—408 m (Danielssen & Koren 1884, Grieg 1907, Koehler 1908). — Abhang des Nordmeerbeckens von den Lofoten bis an die Norwegische Rinne, 550—1423 m (Danielssen &

Fig. 4. *Pontaster tenuispinus.*

Koren 1884, Grieg 1907, 1914 a, Koehler 1908). Färö-Shetland-Kanal, 615—1090 m (Sladen 1882, 1883, 1889 teilweise W. Thomson 1873, Bell 1892 [teilweise var. *platynota* Slad.]). Abhang NO. und N. von den Färöern, 620—1960 m (Grieg 1907). O. von Island, 550, 650, 1375 m (Schmidt 1904, Grieg 1907, Koehler 1908). — Jan Mayen, 128—357 m (Danielssen & Koren 1884). — Nordostgrönland, nördl. bis 77° n. Br., 90 (und 18 bis 108) —360 m (Mortensen 1903, 1910, 1913); ferner Kolthoff-Exped. 1900: in und vor dem Franz Josephs Fjord und 72° 25′ n. Br., 17° 56′ w. L., 220—300 m (Zoolog. Museum, Uppsala). — Westgrönland: Davisstrasse, 360 m; Umanak, 1 Ex. von einem Haimagen (Mortensen 1913, auch Lütken 1871 c); Umanakfjord 70° 53′ n. Br., 52° 18′ w. L., 670 m (schwed. Exped. 1871 [Zoolog. Mus., Uppsala; 4 kleine Ex.]). — Ostküste von Nordamerika: Vor Newfoundland, 1267 m (Perrier 1896 [*P. limbatus*]); Bänke vor N. Scotia und Newfoundland, 230—450 m (Verrill 1880 a; 1894, 1895 [*P. hebitus*], 153 m (Sladen 1889 [*P. hebitus*]).[1]

[1] Auch weiter südwärts? In seiner »Albatross»-Arbeit schreibt Verrill (1885): »888 to 1731 fathoms, 1883». Die in diesen Tiefen 1883 untersuchten Stationen liegen in SSO. von K. Cod und NO. von K. Hatteras. In seiner

Boreale Region:

Norwegische Küste und Küstenbänke: Westfinnmarken und Lofotengebiet, 26 m (Ludwig 1900 a), 247, 624 m (Danielssen & Koren 1884), 100—640 m (Grieg 1903, Nordgaard 1905; Fundorte nach brieflicher Mitteilung von Dr. Grieg: Malangen, Mortsund, Foldenfjord, Landego). Bänke und Abhang zwischen den Lofoten und der Norwegischen Rinne, 146—433 m (Danielssen & Koren 1884), 440 m (Koehler 1908). Trondhjemsfjord, »selten» 180 m und ohne Tiefenangaben (Storm 1879, 1888, 1901). Kristiansund, 54 bis 125 m (Düben & Koren 1846, M. Sars 1860, 1861). Kristiansund und Molde, 55 bis 72 m (Danielssen 1859). Eingang in den Sulenfjord, 400 m (Grieg 1907, Appellöf 1912). Nordfjord (Grieg 1896, 1898). Eingang in den Korsfjord, 360 bis 540 m (Norman nach Grieg 1896). Hardangerfjord, mittlerer Teil, 5 kleine Exemplare, 40 bis 60—120 bis 250 m (Grieg 1914). Norwegische Rinne, Eingang bis mittlerer Teil; Nordseeplateau am Rande der Rinne; 134—402 m (Hoffmann 1882, Danielssen & Koren 1884, Grieg 1907, Koehler 1908, Süssbach & Breckner 1911; s. auch Grieg 1896, Appellöf 1912); innerer Teil, 495 bis 540 m (Petersen & Levinsen 1900). »Bohuslän» ohne nähere Angaben (Düben & Koren 1846; im Reichsmuseum zu Stockholm findet sich kein Exemplar von der schwedischen Küste; da die Art in neuerer Zeit nie dort gefangen worden ist, liegt es nahe zu vermuten, dass das einzige erwähnte Exemplar aus dem inneren Teil der Norwegischen Rinne stammt; doch ist es nicht unmöglich, dass die Art vereinzelt in der Kosterrinne zu finden ist). — Helgoländer Tiefe, 35 m (Möbius & Bütschli 1874). — O. von den Färöern, 265 m (Grieg 1907). — Südküste des Wywille Thomson-Rückens, 790, 820 m (W. Thomson 1873. Sladen 1889 [auch *P. limbatus*]), 1100 m (Grieg 1907). Rockall Island ohne Tiefenangabe (Sladen 1897). SW. von Irland, 160—720 m (Haddon 1888, Sladen 1889, 1891, [var. *platynota*, *P. limbatus*], Bell 1889, 1890, 1892, 1892 a, Kemp 1905, ferner Nichols 1903); weiter südlich, 550 m (Sladen 1889, Bell 1892 [*P. limbatus*]). Golf von Biscaya und Eingang in denselben, 900 m (durch Druckfehler wird 0 m angegeben) (Perrier 1894 [*P. marionis*]), 250, 400, 400 bis 500, 560 bis 700 m (Koehler 1896 [*P. marionis*]), 358, 800, 748 bis 1262 m (an den beiden letzteren Lokalitäten var. *marionis*) (Koehler 1908).

Bathymetrische Verbreitung.

Die bathymetrische Verbreitung dieser Art ist äusserst gross. In der arktischen Region liegen die Funde zwischen 15 und 1960 m, und die Art ist gemein von 60 oder 70 m an. Über Funde in beträchtlich geringerer Tiefe liegen nur spärliche Angaben vor: Stuxberg 1882, 1886, O. vom Karischen Meer: 30 m; Pfeffer 1894, Ostspitzbergen: 18 bis 19, 23 bis 27 m; Kalischewskij 1907, Sibirisches Eismeer: 14 bis 16, 19, 28 m. Wahrscheinlich handelt es sich in diesen Fällen um vereinzelte, vielleicht jugendliche Exemplare oder jedenfalls um Ausnahmen.

In der borealen Region steigt die Art ebenfalls bis in sehr grosse Tiefe hinab (1100 m, s. oben). Nach oben ist sie gemein bis zu ungefähr 200 m (Norwegische Rinne usw). Schon in ungefähr 150 m Tiefe scheint sie nicht recht hineinzugehören (Danielssen & Koren 1884: 1 kleines Exemplar). Von noch geringerer Tiefe kennt man wohl ungefähr 6 Funde und zwar sogar bis zu 23 (Westfinnmarken) und 35 m (Helgoländer Tiefe) hinauf, doch unterliegt es keinem Zweifel, dass es sich hierbei um sozusagen verirrte Exemplare handelt, wie es Grieg (1914) für die Funde im Hardangerfjord gezeigt hat. Die obere Grenze für das regelmässige Auftreten liegt also wenigstens 100 m tiefer in borealen als in arktischen Gegenden.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Dass *P. tenuispinus* sowohl negative wie auch niedrige positive Temperaturen gut erträgt, geht aus der ganzen Verbreitung und aus zahlreichen Temperaturmessungen hervor. In der borealen Region des Nordmeeres lebt er — z. B. in der Norwegischen Rinne und an den Küstenbänken nördlich davon — in Wasser , dessen Temperatur im ganzen

Zusammenstellung von 1895 schreibt derselbe Autor jedoch ausdrücklich »known only from the Banks off Nova Scotia and Newfoundland» und gibt eine Vertikalverbreitung von 85—250 Faden an (und doch wird gleichzeitig auf die frühere Arbeit verwiesen!).

Jahr kaum unter + 6° sinkt oder über + 7° (stellenweise + 8°) steigt, im Atlantischen Ozean teils in den tieferen, verhältnismässig kalten Schichten, teils aber auch in Wasser von konstant ungefähr + 10° Temperatur; das Vorkommen in noch wärmerem Wasser ist zweifellos nur gelegentlich (vgl. oben). Man muss sich fragen, ob diese Eurythermie ursprünglich ist oder auf sekundärer Anpassung beruht.

Eine Betrachtung der Verbreitung innerhalb des Nordmeeres lehrt, dass das Hauptverbreitungsgebiet dort ohne jede Frage arktisch ist. Das boreale Gebiet bildet nur einen schmalen Saum am Rande der tiefen, kalten Area. Dazu kommt jedoch ein atlantisches Verbreitungsgebiet, das nach den zahlreichen Funden zu urteilen kontinuierlich vom Südabhang des Grönland-Island-Rückens bis in den Golf von Biscaya reicht. Das boreale Gebiet ist daher in der Tat recht gross, und hierzu kommt, dass die Art wenigstens in vielen Teilen des warmen Gebiets sehr gemein ist (im Eingang der Norwegischen Rinne und nördlich davon in ungeheuren Mengen; auch SW. von Irland äusserst gemein). Man kann daher nicht behaupten, dass die Verbreitung hauptsächlich arktisch wäre. Dass die Vertikalverbreitung im warmen Gebiet begrenzter ist als im kalten, beweist nur, dass die Art Wasser meidet, das, wenn auch nur vorübergehend, eine Temperatur von mehr als + 7° (nach der Verbreitung im Atlantischen Meer + 10°) zeigt.

Ein Vergleich zwischen dem arktischen und dem borealen Stamme gibt jedoch ein etwas anderes Resultat. *P. tenuispinus* ist bekanntlich eine äusserst variable Art und erhält vor allem ein verschiedenes Aussehen in der arktischen und in der borealen Region. Über die Natur der Unterschiede ist nichts bekannt und es ist vorläufig unmöglich, die Warm- und die Kaltwasserform als selbständige »Varietäten» zu bezeichnen, ebensowenig wie die hiehergehörigen, von verschiedenen Autoren beschriebenen Arten und Varietäten (*P. limbatus* Sladen, *hebitus* Sladen, *marionis* Perrier, var. *platynota* Sladen, var. *nitida* Koehler) (s. Bell 1892, Koehler 1908, besonders Grieg 1907). Obgleich also gerade über den Kardinalpunkt die grösste Unsicherheit herrscht, bekommt man den Eindruck, dass die Warmwasserform eine hergeleitete, reduzierte Form ist. Sie ist bedeutend kleiner, wie besonders aus der Zusammenstellung Grieg's hervorgeht (Armradius in der arktischen Region bis 130, oft ungefähr 100 mm — wie auch das eine von uns gefundene Exemplar —, im warmen Gebiet bis 73 mm, oft weniger, z. B. bis 55 mm). Von den morphologischen Unterschieden (s. Grieg) kann wenigstens das Fehlen der Pedicellarien nicht gut ursprünglich sein. Auch wenn die Unterschiede durchwegs nicht erbliche Modifikationen sind, kann man daher mit grosser Wahrscheinlichkeit die Möglichkeit ausschliessen, dass die Warmwasserform den ursprünglichen Zustand repräsentiert.

Dadurch ist freilich nicht bewiesen, dass diese letztere ihre Fähigkeit, in warmem Wasser zu leben, durch sekundäre Anpassung erworben hat. Doch scheinen mir die soeben hervorgehobenen Tatsachen dieser Hypothese einige Wahrscheinlichkeit zu verleihen. Eine Stütze erhält sie durch einen Vergleich mit *Ophiacantha bidentata*, die eine ziemlich ähnliche Verbreitung hat und wo spezielle Gründe für die Annahme einer ursprünglich grösseren Stenothermie vorhanden sind (s. unten S. 116). In Anbetracht der Häufigkeit in der borealen Region und der weiten Verbreitung im atlantischen Meer ist es jedoch nicht gerade wahrscheinlich, dass die Art ursprünglich rein arktisch gewesen sei.

Ctenodiscus crispatus (Retzius).

Syn. *C. corniculatus* (Linck).

Verbreitung im Eisfjord.

Verzeichnis der Fundorte (s. Karte 4):

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
42	Svensksundstiefe (Eingang in den Fjord), Nordseite . 24.7	406—395 m	382 m: + 2,61°	34,90	Loser Schlamm	Trawl	Etwa 400 Ex.
13	Eingang in die Safe Bay 16.7	125—150 m	125 m: + 0,87°III 144 m: + 1,23°III	34,52 34,54	Schlamm mit Schalen; *Balanus porcatus*-Gemeinschaft	»	25 Ex. R 21—29 mm
8	Safe Bay 15.7	35 m	—	—	Fester Schlamm	Kl. Dredge	1 Ex.
12	» » 16.7	118—127 m	108 m: + 0,65°	34,43	Loser Schlamm	Trawl	6 Ex. R 32—33,5 mm
33	Fjordstamm 23.7	263—256 m	[+2 bis + 2,6°]IX	—	Loser Schlamm	»	185 Ex.; 69 Ex. R 4—12, 14—25 mm
41	Fjordstamm 24.7	234—254 m	251 m: + 2,56°	34,96	Loser Schlamm	»	1 Ex. R 18 mm
21	Eingang in die Tundra Bay 20.7	71—68 m	— 0,93°	34,29	Sehr loser Schlamm, stellenweise Stein	»	1 Ex.
94	Fjordstamm 21.8	147—141 m	140 m: + 0,62°	34,49	Loser Schlamm mit kleinen Steinen	»	75 Ex.; 9 Ex. R 17—30 mm
92	Nordarm 19.8	85—45 m	42 m: + 2,02°	—	Loser Schlamm mit Kies und Sand	»	48 Ex. R 24—38 mm
98	» 27.8	130—116 m	115 m: — 0,82°	34,90	Loser Schlamm	»	18 Ex. R 8—15, 19—27 mm
99	» 27.8	197—190 m	190 m: + 0,80°	34,72	» »	»	81 Ex. R 3—29 mm
90	Nordarm. Eingang in die Yoldia Bay . . 19.8	17—60 m	—	—	Äusserst zäher Schlamm mit Kies und Sand	Kl. Dredge	1 Ex. R 20 mm
102	Nordarm. Eingang in die Yoldia Bay . . 14.8	70—93 m	85 m: + 0,68°	34,25	Zäher und fester Schlamm mit vielen Steinen	Trawl	14 Ex. R 25—34 mm
93	Ekman Bay 20.8	44—55 m	+ 1,72°	—	Sehr zäher, stark roter Schlamm. Etwas Stein	»	32 Ex.
101	Billen Bay 14.8	150—140 m	140 m: — 1,67°	34,43	Loser Schlamm mit Steinen	»	9 Ex. R 25—36 mm
49	Sassen Bay, Bank . 31.7	19—28 m	[+ 2 bis + 3°]X	—	Stein, Kies und Schalen mit *Lithothamnion*	»	2 Ex. R 5, 9 mm
46	Sassen Bay 29.7	94—80 m	—	—	Loser Schlamm	»	1 Ex.
47	Eingang in die Sassen Bay 29.7	97—120 m	wahrsch. VIII etwa 0° [82 m: + 1,71°]	[34,18]	» »	Ottertrawl	17 Ex. R 12—14,20—27 mm
48	Ostarm 31.7	199—226 m	210 m: + 1,27°	34,72	» »	Trawl	117 Ex. R 3—29 mm
104	Fjordstamm 17.8	260 m	270 m: + 1,62°	34,79	» »	»	64 Ex. R 5—29 mm
44	Eingang in die Advent Bay 27.7	150—110 m	128 m: + 0,01°	34,54	Loser Schlamm mit Kies	»	23 Ex.; 15 Ex. R 6, 16—29, 36 mm
45	Advent Bay 28.7	70—42 m	41 m: + 1,85	34,18	Loser, aber zäher Schlamm	»	58 Ex. R 23—37 mm
95	Fjordstamm 21.8	188—181 m	[0 bis + 0,5°]IX (163 m: — 0,11°)	(34,47)	Schlamm mit Steinen	»	1 Ex.
130	Green Bay 30.8	40—45 m	—	—	Schlamm mit Algenresten	Kl. Dredge	2 Ex. R 26, 32 mm

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwedische Expeditionen, nach den Sammlungen des Reichsmuseums, Stockholm: 1868: Advent Bay, 9 bis 36 m, Schlamm (4 Ex.); Coles Bay ohne Tiefenangaben (1 kleines Exemplar); Green Bay, 72 bis 80 m, Schlamm (6 Ex.). 1898: Safe Bay, 50 bis 90 m, Schlamm (2 Ex.); Nordarm, 175 m, Schlamm (3 Ex.). — Kolthoff-Exped. 1900 (Zoolog. Mus., Uppsala): Svensksundstiefe, 350 m, Schlamm (mehrere Exemplare).

Kükenthal's Exped. 1886: ohne genaue Angeben, wie es scheint (vgl. Michailovskij 1902, p. 519, Fussnote) im Eisfjord (Pfeffer 1894 a). Schwed. Exped. 1890: Safe Bay, 54 bis 72 m, loser Schlamm; Skans Bay (Billen Bay), 54 bis 72 m, Schlamm (Klinckowström 1892). Helgoland-Exped. 1898: Fjordstamm, 210 bis 240 m, Schlamm mit wenig Steinen (Ludwig 1900 a). Olga-Exped. 1898: Eingang in die Green Bay, 145 bis 180 m, Schlamm; Ostarm? (angeblich Sassen Bay),[1] 190 m, Schlamm (Döderlein 1900). Russ. Exped. 1900: Fjordstamm, 243 m, Temp. —0,8°, Schlamm und Kies; Fjordstamm, 205 m, Temp. —0,8°; Billen Bay, 142—133 m, Temp. —1,3°, Schlamm mit Steinen (Michailovskij 1902). Michael Sars-Exped. 1901: Green Bay, 140 m, Temp. + 1,10°, 3 Ex. (Grieg 1907).

Ctenodiscus crispatus gehört zu den gemeinsten Tieren des Eisfjords; nur die beschränkte Vertikalverbreitung ist Schuld daran, dass die Anzahl unserer Fundorte nicht noch grösser ist. Er ist eine reine und typische Schlammart; unser Fund von zwei kleinen Jungen an St. 49 ist natürlich rein zufällig oder bedeutet, dass auch an dieser Stelle geringe Schlammmengen vorhanden waren (der Magen enthält Schlamm).

Die bathymetrische Verbreitung (s. die nachstehende Übersicht) erstreckt sich von etwa 25 m bis in die grösste Fjordtiefe; oberhalb von 35 m findet man jedoch das Tier nur ganz zufällig und noch bis zu 50 m hinab lebt es nur vereinzelt. Am häufigsten ist die Art unterhalb von ungefähr 130 m, wo sie so gut wie überall lebt. An 5 in der genannten Tiefe gelegenen Stationen wurde sie zwar nicht gefangen, eine nähere Betrachtung der Dredgeergebnisse lehrt jedoch, dass die oben gemachte Behauptung kaum übertrieben ist: an St. 105 wurde eine kleine Dredge gebraucht und eine sehr spärliche Ausbeute erhalten; an St. 97 war das Trawlnetz unklar und das Ergebnis der Dredgung daher ebenfalls gering; an St. 43 und 4 wurde mit einem Ottertrawl gearbeitet und ein solcher kann natürlich in der Regel Tiere mit der Lebensweise von *Ctenodiscus crispatus* nicht fangen; es bleibt nur St. 96 übrig, und auch in diesem Falle scheint der Trawl ziemlich oberflächlich gegangen zu sein (viele Fische, *Pandalus borealis*, Schizopoden; keine Muscheln und von Polychäten nur ein vereinzeltes Exemplar).

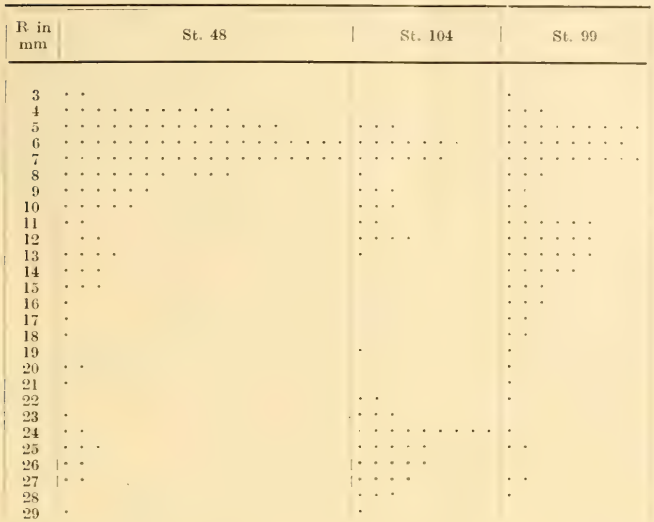
Zwischen 50 und ungefähr 130 m ist das Tier auch stellenweise gemein, obgleich nicht so universell verbreitet wie in grösserer Tiefe. Oberhalb von dieser Grenze muss es viel seltener sein, da trotz der zahlreichen Dredgungen hier nur vereinzelte Exemplare erbeutet wurden.

Mortensen (1910) hat darauf aufmerksam gemacht, dass die Ovarien bei dieser Art Eier von allen Grössen enthalten und dass diese folglich in verschiedenen Zeiten abgelegt werden müssen; die Art hat daher wahrscheinlich — darauf deutet wohl übrigens auch das Aussehen der sehr grossen Eier — keine pelagischen Larven. Unter diesen Um-

[1] Nach der Ortsangabe der Olga-Expedition liegt dieser Fundort (St. 33: 78° 23′ n. Br., 16° 20′ ö. L., 190 m) in der Sassen Bay, diese ist aber nirgends mehr als 150 m, an der angegebenen Stelle weniger als 100 m tief; entweder die Orts- oder die Tiefenangabe muss folglich fehlerhaft sein (wenn nicht beide unrichtig sind; nach der Karte liegt die Station auf einer anderen Stelle, wo die Tiefe nach unseren Lotungen kaum mehr als 50 m beträgt). Für die Annahme, dass eher die Tiefenangabe richtig und der Fundort also im Ostarm gelegen ist, spricht der Umstand, dass im Journal des Schiffskapitäns, nach freundlicher Mitteilung von Prof. Hartlaub, »etwa unter Kap Thordsen» steht.

ständen schien es mir von Interesse, zu untersuchen, ob in unserem Material verschiedene Altersklassen nachzuweisen sind. Obgleich die Resultate meiner Messungen — an den Exemplaren von St. 48, 99 und 104 angestellt — nicht unzweideutig sind, stelle ich sie in eine Tabelle zusammen, da sie vielleicht zum Vergleich mit künftigen Untersuchungen von Nutzen sein können.

Wie man aus der obenstehenden Tabelle sieht, kann man deutlich zwei Grössenstufen unterscheiden; die Grenze liegt bei einem Armradius von ungefähr 19 bis 21 mm (an St. 99 ist die grössere Kategorie sehr schwach vertreten, an anderen, z. B. St. 13, 45, 92, ist sie allein vorhanden). Die grössere Kategorie kann natürlich, wenn die Tiere nach Erreichung einer gewissen Grösse ohne starkes Wachstum weiterleben, mehrere Altersklassen enthalten. Über die kleinere Kategorie lässt sich nichts sicheres sagen; wegen der erheblichen Grössendifferenzen kann man den Verdacht nicht unterdrücken, dass sie nicht einheitlich ist; nach der Verteilung der Exemplare lässt sich vielleicht trotz des unzureichenden Materials vermuten, dass sie aus zwei undeutlich getrennten Grössenstufen besteht. Jedenfalls scheinen mir die Messungen darauf hinzuweisen, dass trotz der sukzessiven Heranreifung der Eizellen eine gewisse Periodizität in der Geschlechtstätigkeit vorhanden ist, dass aber andererseits die Fortpflanzungsperiode — offenbar in Zusammenhang mit dem erwähnten Verhältnis — von ziemlich langer Dauer ist, wodurch



die Altersklassen undeutlich gegen einander abgegrenzt werden. — Mortensen (1910) fand an dem einzigen Exemplar der Danmark-Expedition (22.7 eingesammelt) »a cluster of eggs, attached to one of the genital openings». Ich habe an 6 Exemplaren, an 4 verschiedenen Stationen gesammelt (St. 44, 47, 102, 104, 27.7—17.8), dieselbe Beobachtung gemacht. Obgleich diese Funde natürlich an lebendem Material kontrolliert werden müssen, kann man vorläufig annehmen, dass die Fortpflanzungsperiode in arktischen Gegenden wenigstens teilweise in den Sommer fällt.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 5, 6.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: SW. vom Südkap, vor dem Eisfjord, vor der Cross Bay, 128—250 bis 395 m (Danielssen & Koren 1884, Ludwig 1900 a); Eisfjord (s. oben); Cross Bay, 20 bis 50, 251 m (Koehler 1908). Nordspitzbergen, 475, 430 m (Danielssen & Koren 1884, Koehler 1908). Nordspitzbergen: Wijde Bay, nördlichster Teil der Hinlopen-Strasse, 112—480 m (Ludwig 1900 a). N. vom Nordostland, 180, 195 m (Michailovskij 1902). Ostspitzbergen: Umgebung von K. Karls Land, vor Edges Land, Deevie Bay, 18—126 m (Pfeffer 1894), 195—290 m (Ludwig 1900 a); Storfjord, 75—135 m (Ludwig 1900 a, Michailovskij 1902); SO. vom Südkap, 267 m (Danielssen & Koren 1884); zwischen Hopen Eiland und dem Südkap, 160, 186 m (Döderlein 1900, Koehler 1908). Beeren Eiland-Bank und N. davon, 130—225 m (Danielssen & Koren 1884, Döderlein 1900, Grieg 1907). [Ferner Lütken 1857, Couteau 1894 (Eisfjord oder Belsund)].

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer östlich bis an die Neusibirischen Inseln, 38—60 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886, Kalischewskij 1907). Karisches Meer und Matotschkin schar, 25—180 m (Stuxberg l. c., Levinsen 1886 [s. auch Holm 1887: 119 Fundorte], Ruijs 1887 [60 Fundorte], Sluiter 1895, Grieg 1910). Barentsmeer, von Franz Josephs Land bis vor die europäische Küste, 110—395 m (Marenzeller 1877, Stuxberg l. c., D'Urban 1880, Hoffmann 1882, Danielssen & Koren 1884, Ruijs 1887, Ludwig 1900 a, Breitfuss 1903, Michailovskij 1905, Grieg 1907; ferner Sluiter 1895, Koehler 1908). Murmanküste: Kolafjord, 50 bis 80, 120

bis 200 m (Awerinzew 1909, s. auch Derjugin 1906, 1912, Kalischewskij 1907); ohne nähere Angaben (Jarzynsky 1885). Ostfinnmarken: Varangerfjord, 90—360 m (M. Sars 1861, Danielssen 1861, Norman 1903, Grieg 1907, Breitfuss 1912); Tanafjord, 232 m; Porsangerfjord, 90—232 m (Danielssen & Koren 1884, Grieg 1907). Zwischen Beeren Eiland und Westfinnmarken, 408 m (Danielssen & Koren 1884). Westfinnmarken und Lofoten, kalte Fjorde: Kvænangsfjord, Lyngenfjord, Balsfjord und Hukóbotn bei Tromsö, 35 bis 45—130 bis 325 m (Danielssen 1859, 1861, Aurivillius 1886, Bidenkap 1899, 1899 a, Kiær 1906 a, ferner M. Sars 1850, 1861); Skjærstadfjord und ohne Lokalangaben (nach brieflicher Mitteilung Jökelfjord im Kvænangen, Kanstad Fjord), 30—530 m (Grieg 1903, Nordgaard 1905). — Färö-Shetland-Kanal, 560—1135 m (W. Thomson 1873, Sladen 1889, Bell 1892). — Ostküste von Island, 86, 145 bis 153 m (Schmidt 1904). O. und N. von Island, 630, 200 m (Grieg 1907). — Nordostgrönland (s. die Karte), 234—300 m (Grieg 1909, Mortensen 1910, 1913); ferner schwed. Exped. 1900, 2 Fundorte in und vor dem Eingang in den Franz Josephs Fjord, 250, 200 bis 300 m (Zool. Museum, Uppsala). — Westgrönland, 45—505 m (und »10—500» m) (Lütken 1857, Norman 1877, Duncan & Sladen 1881,

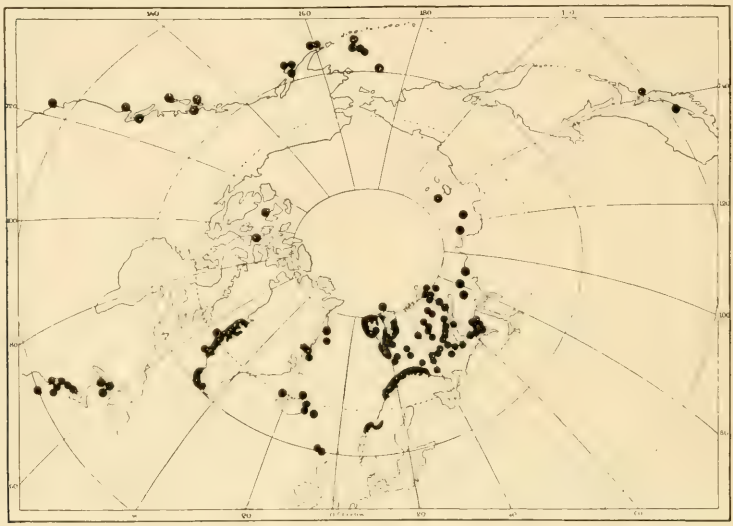


Fig. 5. *Ctenodiscus crispatus.*

Holm 1889, Vanhöffen 1897, Mortensen 1913). — Barrow-Strasse, 12 bis 27 m (Forbes 1852 [*C. polaris*]). Melville-Insel (Sabine 1824 [*Ast. polaris*]). — Ostküste von Nordamerika: Golf von St. Lawrence, 90—395 m (Whiteaves 1871, 1872, 1874, 1901). Bay of Fundy bis K. Cod, St. Georges Bank und Nähe davon, 21, 54, meist 90—270 m (Stimpson 1854, Packard 1866, Verrill 1866, 1873, 1873 a, 1874, 1874 a, 1895, Verrill & Rathbuhn 1880, Smith & Harger 1874), 325—575 m (Verrill 1885; keine Lokalangaben; auch im warmen Gebiet?), 9 m und mehr (Clark 1905), ohne Tiefenangaben (Ganong 1888, Fewkes 1891, Kingsley 1901).

Boreale Region:

Westfinnmarken und Lofotengegend, warmes Gebiet, wenige genaue Angaben (M. Sars 1850, 1861, Danielssen & Koren 1884, Grieg 1903, Nordgaard 1905 [briefliche Mitteilung: Malangen, Risvær]); Küste etwas südlicher (66° 42′ n. Br.), 177 m (Koehler 1908); Trondhjemsfjord, besonders in allen Buchten gemein, etwa 10—180 bis 360 m (Storm 1878, 1888, 1901); ohne Tiefenangaben (Nordgaard 1893); Fröjen vor dem Eingang in den Trondhjemsfjord, gemein (Storm 1878). Kristiansund, mehrere Lokalitäten, sehr gemein, 55 bis 90 m (Düben & Koren 1846, Danielssen 1859), 72—(bis?) 144 m (M. Sars 1860, 1861). Molde (Zoolog. Mus., Uppsala; gesammelt von Prof. W. Lilljeborg).[1] — Nordwestisland (Lundbeck 1893). Ostküste von Nordamerika: S. von K. Cod, 39° 49′ n. Br., 70° 54′ w. L., 405 m (Verrill 1880).

[1] Dieser früher nicht veröffentlichte Fund ist deshalb von Interesse, weil der Fundort einige zehn Kilometer südlich von der südlichsten bisher bekannten Lokalität, Kristiansund, liegt. Es handelt sich um 8 kleine und mit-

Pazifisches Gebiet:

Beringsmeer, mittlerer und südlicher Teil, 30 m (LUDWIG 1886 [*C. krausei*]), 97—1860 m (FISHER 1911). — Südküste von Jesso, 590 m, Japanisches Meer, 405 m (FISHER 1911). —Westküste von Nordamerika von der Alaska-Halbinsel bis Kalifornen (etwa 36 n. Br.), etwa 75—1580 m (FISHER 1911). Eingang in den Golf von Kalifornien, 1558 m; Golf von Panama, 1865 m (LUDWIG 1905). Westküste von Chile, 72—2385 m (SLADEN 1889 [*C. procurator;* wie LUDWIG 1905 und besonders FISHER 1911 gezeigt haben, unbedingt mit *C. crispatus* zu vereinigen]). In engster genetischer Beziehung zu *C. crispatus* steht auch *C. australis* Lütken aus dem Beagle-Kanal

Fig. 6. *Ctenodiscus crispatus.*

und der Ostküste von Südamerika nördlich bis La Plata, 51—1080 m (LÜTKEN 1871 c, SLADEN 1889, PERRIER 1891); die Unterschiede sind nach dem letzgenannten Autor »presque nulles» und auch FISHER findet die Selbständigkeit dieser Art »extremely doubtful».

Bathymetrische Verbreitung.

Die bathymetrische Verbreitung ist in allen arktischen und boreoarktischen Gegenden ungefähr dieselbe wie im Eisfjord. Die weitaus grösste Mehrzahl der Fundorte liegt unterhalb von 50 oder wenigstens 40 m. Dazu kommen einige vereinzelte Funde in 20

telgrosse Exemplare (R 6—25 mm). Nähere Lokalangaben werden leider nicht mitgeteilt, der Fund ist aber trotzdem wichtig, weil er zeigt, dass die Fundorte bei Kristiansund nicht vereinzelt dastehen; wahrscheinlich lebt die Art hie und da an der ganzen benachbarten Küstenstrecke.

—30 m Tiefe (Stuxberg 1878, 1882, 1886, Karisches Meer: 25 m; Pfeffer 1894, Ostspitzbergen: 27, 23 bis 27, 18 bis 20 m; Forbes 1852, Barrow-Strasse: 12,5 bis 27 m; Verrill 1866, Küste von Maine: 22 m). Am boreoarktischen Teil der nordamerikanischen Ostküste soll die Art nach Verrill (1895, vgl. auch H. L. Clark 1905) schon in etwa 10 m Tiefe vorkommen, doch lauten die Angaben zu unbestimmt, um als sicher angenommen werden zu können (»5 to 635 fathoms», »5 fathoms or more»).

In der warmen Area des pazifischen Gebiets ist *C. crispatus* nicht aus einer Tiefe von weniger als etwa 70 m bekannt und ungefähr dasselbe gilt von der offenen Küste Norwegens; im Trondhjemsfjord dagegen kann man ihn auffallenderweise schon in 10 m Tiefe fangen.

Im Nordmeer steigt die Art bis in mehr als 1100 m Tiefe hinab, doch sind aus grösserer Tiefe als 630 m nur zwei Funde bekannt (beide im Färö-Shetland-Kanal). Im pazifischen Gebiet ist sie zweimal (Beringsmeer, Golf von Panama) in 1860—1865 m Tiefe, 11 mal unterhalb von 580 m, gedredgt worden.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Appellöf (1912, p. 528) bezeichnet *C. crispatus* als »more boreo-arctic than arctic». Man kann jedoch nicht behaupten, dass die Art vorzugsweise den wärmeren arktischen Gebieten angehört; sie lebt in verschiedenen hocharktischen Gegenden, teilweise (z. B. im Karischen Meer) gemein.

Ausserhalb der arktischen Region ist *C. crispatus* auf der atlantischen Seite nur an der norwegischen Westküste gefunden worden. Er lebt hier in Westfinnmarken und den Lofoten, im Saltenfjord und etwas südlich davon, ferner im Trondhjemsfjord, an der Küste vor dessen Eingang und bei Kristiansund und Molde; aller Wahrscheinlichkeit nach ist er auch der faunistisch so gut wie unbekannten Küstenstrecke nördlich vom Trondhjemsfjord verbreitet. In den grösseren Tiefen des Trondhjemsfjords lebt die Art in Wasser, dessen Temperatur im ganzen Jahr nur zwischen etwa + 6,5 und + 7° wechselt; in 10 m Tiefe, wo sie auch stellenweise in grosser Menge angetroffen wird, liegt das Temperaturmaximum selbstverständlich höher, wenigstens bei etwa + 9,5 bis + 10° (s. Nordgaard 1912). An der offenen Küste, vor dem Trondhjemsfjord und bei Kristiansund, ist sie nur in grösserer Tiefe beobachtet worden; die Wassertemperatur dürfte dort durchschnittlich etwas höher als in entsprechenden Tiefen des Trondhjemsfjords sein (wohl ungefähr + 8°).[1]

In den zuletzt besprochenen Gegenden ist *C. crispatus* mehr oder weniger gemein, im Trondhjemsfjord sicher vollständig ebenso gemein wie in irgendeinem arktischen Ge-

[1] Appellöf (1905, 1912, p. 535) denkt sich die Möglichkeit, dass *C. crispatus* im Trondhjemsfjord vorwiegend in isolierten Bassins mit zeitweise kälterem Wasser als im übrigen Fjord lebt. Nach den Untersuchungen von Storm (s. oben) scheint er in der Tat besonders in den Buchten des Fjords gemein zu sein, und eben dort findet man ihn schon in geringer Tiefe. Das Oberflächenwasser solcher Buchten zeigt natürlich stärkere Temperaturvariationen als in den offenen äusseren Fjordpartien und ist im Sommer wärmer, im Winter kälter (vgl. auch Nordgaard 1912). Es ist ja denkbar, dass die grosse Häufigkeit an solchen Lokalitäten mit der niedrigen Wintertemperatur in Zusammenhang steht, obgleich man ohne eingehende Untersuchungen über die Lebensweise im Trondhjemsfjord nichts hierüber wissen kann; eine solche Untersuchung würde eine leichte und dankbare Aufgabe sein. Jedenfalls kann das Vorkommen im Trondhjemsfjord nicht durch diese Verhältnisse allein erklärt werden, denn die Art lebt auch in grösserer Tiefe und an der Küste vor dem Fjord.

biet. Er scheint auch dort dieselbe Körpergrösse zu erreichen. Das grösste, in der Literatur erwähnte arktische Exemplar hatte einen Armradius von 39 mm (Mortensen 1913); die meisten Autoren geben 31—35 mm an; die beste Vorstellung von der Grösse in der arktischen Region geben die von uns im Eisfjord gesammelten Tiere (Armradius bis 38 mm, s. ferner oben). Ein besonders grosses Exemplar, mit einem Armradius von 44 mm, habe ich im Zoologischen Museum zu Uppsala beobachtet; es stammt aus dem Kvænangsfjord (also nicht aus der rein arktischen Region) und gehört der langarmigen »Varietät» an. Dass die Art im Trondhjemsfjord ebenso gross wie z. B. im Eisfjord wird, sieht man aus einer Angabe von Döderlein (1900); unter drei Exemplaren hatte eines einen Armradius von 37 mm.

Ungeachtet dieser Tatsachen liegt es wegen der äusserst geringen Ausdehnung des borealen Verbreitungsgebietes nahe, anzunehmen, dass die Art sich sekundär dem Leben unter diesen Bedingungen angepasst hat; auch der Reichtum des Trondhjemsfjords an arktischen Elementen macht diesen Gedanken natürlich. Wenn das Leben in Wasser von + 6 bis + 8° Temperatur ursprünglich wäre, würde man erwarten, der Art auch weiter südlich an der skandinavischen Küste zu begegnen.

Wenn man auch die pazifische Verbreitung mit in Betracht zieht, wird die Sache jedoch komplizierter. Die Art ist hier (s. oben) erstens vom Beringsmeer bis an die Küste von Kalifornien verbreitet, an der Südküste von Alaska und an der Küste von Südostalaska sehr gemein und kräftig entwickelt (die spärlichen Grössenangaben Fisher's zeigen, dass der Armradius hier eine Länge von 40 mm erreichen kann); sie lebt hier, nach den Temperaturmessungen der Albatross-Expedition zu urteilen, in Wasser von + 5 bis + 6° Temperatur. Weiter südwärts ist sie vom Golf von Kalifornien, vom Golf von Panama und von der Küste von Chile (+ 8,33°, + 7,78° und kälter) bekannt. Hier schliesst sich das Verbreitungsgebiet des äusserst nahe verwandten südatlantisch-subantarktischen *C. australis* an.

Die bathymetrische Verbreitung längs dieser gewaltigen Küstenstrecke zeigt die Besonderheit, dass die Art im mittleren, tropischen Gebiet nur in grosser Tiefe vorkommt (1558, 1865 m, Temp. + 3,28°, 2,67°, s. Ludwig 1905), wo sie auffallenderweise eine sonst nie beobachtete Körpergrösse erreicht (R bis 56 mm), und sowohl gegen Norden wie gegen Süden hin bis in unbedeutende Tiefe aufsteigt (bis etwa 70 m an der Südküste von Alaska; bis 30 m im Beringsmeer; bis 72 m an der Küste von Chile). Diese Veränderung der Vertikalverbreitung ist zweifellos eine direkte Folge der veränderten Temperaturverhältnisse; wenn man versucht, nach dem vorliegenden Tatsachenmaterial eine obere Temperaturgrenze festzustellen, so kommt man zu ganz demselben Resultat wie bei der norwegischen Küste: Maximum + 8° oder etwas mehr, gemeines Vorkommen bei + 5 bis + 6°. Dagegen fehlt es vollkommen an allen Zeichen davon, dass die Art ursprünglich noch stenothermer oder mit anderen Worten rein arktisch gewesen wäre. Bei der beispiellos weiten Verbreitung vom arktischen Gebiet bis an die Magallanes-Strasse — und wohl wahrscheinlich noch weiter südwärts — würde man sich wohl am ehesten denken, dass die jetzt in diesem Gebiet herrschende Eurythermie ursprünglich ist.

Dieser Gegensatz zwischen der nordatlantischen und der pazifischen Verbreitung kann gegenwärtig nicht erklärt werden und macht eine Lösung der Frage unmöglich; jede

Antwort muss auf ganz unbewiesene Hilfshypothesen gestützt werden. Wenn die Art ursprünglich rein arktisch gewesen ist, so muss die weite Verbreitung längs der amerikanischen Küste und die Häufigkeit in verhältnismässig warmem Wasser erklärt werden; wenn sie wiederum ursprünglich an solche Bedingungen angepasst gewesen ist, so muss eine besondere Erklärung für die beschränkte Verbreitung im borealen Teil des Nordmeeres gesucht werden. Ein ursprünglich wirklich arktisches Tier ist *C. crispatus* wohl sicher nicht. Nach den Verbreitungsverhältnissen an der skandinavischen Küste möchte man jedoch annehmen, dass er sich nur unter besonders günstigen Bedingungen dem Leben in + 6 bis 8° warmem Wasser hat anpassen können, obgleich allerdings die pazifische Verbreitung auch dieser Annahme Schwierigkeiten entgegenstellt.

Poraniomorpha tumida (Stuxberg).

Mehrere neuere Beobachtungen zeigen, dass die von Danielssen & Koren (1884) beschriebene var. *tuberculata* unmerklich in die Hauptart übergeht (vgl. besonders Pfeffer 1894, Döderlein 1900, Michailovskij 1902, Mortensen 1904, Grieg 1907). Die beiden von uns gefundenen Exemplare stimmen in der Länge der Arme mit der »Varietät» überein; das kleinste Exemplar hat deutliche, obgleich nicht hohe Tuberkeln auf der Rückenseite und deutlich hervortretende Ventromarginalplatten; bei dem grösseren sind die Tuberkeln sehr schwach angedeutet und die Ventromarginalplatten nicht sichtbar.

Fundorte im Eisfjord (s. Karte 2):

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
101	Billen Bay 14.8	150—140 m	140 m: —1,67°	34,43	Loser Schlamm mit Steinen	Trawl	1 Ex. R 29, r 14 mm
98	Nordarm 27.8	130—116 m	115 m: —0,82°	34,40	Loser Schlamm	»	1 Ex. R 19, r 9 mm

Frühere Funde im Eisfjord (in diesem Falle auf der Karte angegeben):

Olga-Exped. 1898: Ostarm? (angeblich Sassen Bay, s. oben S. 19), 190 m, Schlamm (Döderlein 1900). Russ. Exped. 1900: Billen Bay, 142 bis 133 m, —1,9°, Schlamm mit Steinen, 1 Ex. (Michailovskij 1902).

Da diese Art insgesamt nur vier mal — wenigstens dreimal nur in vereinzelten Exemplaren — im Eisfjord gefunden worden ist, muss sie dort verhältnismässig selten sein. Wahrscheinlich steht jedoch die geringe Anzahl der Funde damit in Zusammenhang, dass das Vorkommen innerhalb des Fjords auf die kälteren Partien beschränkt ist, in welchen sie häufiger sein mag; vgl. hierüber unten. Die Art ist im Eisfjord nur auf reinem oder mit Steinen gemischtem Schlammboden gefangen worden, doch hat man sie in andern Gegenden oft auf hartem Boden gedredgt; ob sie den einen oder andern Grund bevorzugt, kann nicht entschieden werden.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 7.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: Nur Eisfjord (s. oben). Nordwestspitzbergen, 475 m (Danielssen & Koren 1884). Nordspitzbergen: N. und NO. vom Nordostland, 1000, 95 m (Ludwig 1900 a). Ostspitzbergen: Südeingang in die Hinlopen-Strasse, Ostküste von Barents und Edges Land, 36—250 m (Pfeffer 1894); Storfjord, 42—108 bis 117 m (Michailovskij 1902); zwischen Hopen Eiland und dem Südkap, 160 m (Döderlein 1900), SO. vom Südkap, 267 m (Danielssen & Koren 1884).

Übrige arktische Region:

Sibirisches Eismeer: 124° 41′ ö. L., West-Taimyr, 9 bis 18—72 m (Stuxberg 1882, 1886, Kalischewskij 1907). Karisches Meer und Karische Pforte, 55—225 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886, Levinsen 1886, Ruijs 1887, Grieg 1910). Barentsmeer: Zwischen Franz Josephs Land und dem nördlichsten Teil von Novaja Semlja, 225, 280 m (Knipowitsch 1901, Michailovskij 1905); 70° 17′—76° 51′ n. Br., 44° 21′—46° 31′ ö. L.,80—270 m (Sluiter 1895; keine genaue Lokalangaben; das nördliche und das südliche Ende des angegebenen, schmalen Gebietes sind auf die Karte eingetragen). Murmanküste: Kolafjord, 200 bis 350 m (Awerinzew 1909, s. auch Knipowitsch 1900, Derjugin 1906, 1912). — Abhänge des Nordmeerbeckens: Zwischen Spitzbergen und Norwegen, vor den Lofoten und vor Nordland, 1203, 817, 836, 827 m (Danielssen & Koren 1884); vor dem Eingang der Norwegischen Rinne, O. von Island, N. von Island, NO. von den Färöern, 820, 670, 620 bis 640, 550, 590 m (Grieg 1907). — Jan Mayen, 100 bis 150 m (Grieg 1907). — Nordostgrönland: Nähe der Küste, 77° 31′ n. Br., 275 m (Grieg 1909); in grösserer Entfernung von der Küste, 76° 6′ n. Br., 200 bis 250 m (Mortensen1910); vor dem Eingang in den Franz Josephs Fjord, 100 m; in grösserer Entfernung von der Küste bei 72° 25′ n. Br., 300 m (schwed. Exped. 1900 [Zool. Mus., Uppsala]; s. auch Östergren 1901), Forsblad Fjord, 90 bis 160 m (Mortensen 1904). — Danmark-Strasse, 360 m (Mortensen 1913). — Westgrönland: Kvanfjord, 37 bis 45 m; Umanakfjord, 260 m (Mortensen 1913).

Bathymetrische Verbreitung.

Diese Art hat eine grosse Vertikalverbreitung; sie lebt zwischen etwas weniger als 20 und 1200 m und scheint innerhalb des grössten Teiles dieses Gebietes ungefähr gleich häufig zu sein. In den meisten Gegenden ist sie erst unterhalb von etwa 40 m gefunden worden; von der Nordküste Sibiriens sind jedoch mehrere Funde zwischen 30 und weniger als 20 (9 bis 18) m bekannt gegeben worden; vielleicht steigt sie unter hocharktischen Bedingungen regelmässig bis zu ungefähr 20 m hinauf, die heutigen Kenntnisse der Verbreitung erlauben jedoch kaum einen solchen Schluss. Nach unten zu ist die Art noch bis in mehr als 800 m Tiefe verhältnismässig häufig angetroffen worden.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Wie Grieg (1907) hervorhebt, ist *P. tumida* eine echte arktische Art und nie in wärmerem Wasser als + 2,5° beobachtet. Dass die obere Temperaturgrenze nicht höher liegt, ist vollkommen sicher. Auch diese Ziffer ist wahrscheinlich zu hoch. Wenn man, wie es schon Grieg getan hat — und die späteren Angaben geben dasselbe Resultat — die verhältnismässig zahlreichen Fundorte zusammenstellt, bei denen die Wassertemperatur direkt beobachtet wurde oder mit Sicherheit angegeben werden kann, so findet man in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle negative Temperaturangaben. Nur an drei Stellen ist eine höhere Temperatur als + 0,11° beobachtet worden — und diese Stellen liegen in hauptsächlich hocharktischen Gegenden oder auf der Grenze zwischen Wasserschichten mit negativer und niedrig positiver Temperatur (Danielssen & Koren 1884, Nordwestspitzbergen, 475 m: + 1,1°; Döderlein 1900, zwischen dem Südkap und Hopen Eiland: + 1,7°; Michailovskij 1902, Storfjord: + 2,3°). Nicht weniger beweisend ist eine Be-

trachtung der allgemeinen Verbreitung, indem die Hauptverbreitung unleugbar in den hocharktischen Gebieten liegt. In den boreoarktischen Gegenden Europas und Nordamerikas ist die Art äusserst selten (nur an der Murmanküste beobachtet), und an der offenen Küste von Westspitzbergen ist sie ebenfalls nie gefunden worden. Die Fundorte im Eisfjord liegen im inneren, nördlichen Teil des Fjords und wenigstens von dem etwas zweifelhaften Fund der Olga-Expedition abgesehen in der kalten Wasserschicht; nicht weniger als zwei der vier Fundorte liegen in der bis in die grösste Tiefe kalten Billen Bay. Von

Fig. 7. *Poraniomorpha tumida.*

Westgrönland war die Art bis vor kurzem unbekannt. Mortensen hat neuerdings (1913) zwei Funde veröffentlicht; da die Art in Westgrönland unleugbar selten ist, liegt es nahe zu vermuten, dass es sich hier um ähnliche Verhältnisse wie im Eisfjord handelt. Alles in allem erwogen, kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit behaupten, dass *P. tumida* in der Regel in Wasser von konstant negativer (oder äusserst niedrig positiver) Temperatur lebt und nur zufällig oder vorübergehend eine Temperatur von + 1 bis + 2° erträgt.

Solaster papposus (L.).

Verbreitung im Eisfjord.

Verzeichnis der Fundorte:

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät.	Anzahl und Grösse
43	Svensksundstiefe (Eingang in den Fjord), Südseite . 25.7	228—257 m	228 m: + 2,74°	34,90	Loser Schlamm	Ottertrawl	1 Ex. R 26, r 11 mm; 8 A
99	Nordarm 27.8	197—190 m	190 m: + 0,80°	34,72	» »	Trawl	1 Ex. R 26, r 11,5 mm; 10 A.
105	Billen Bay 17.8	198 m	— 1,75°	34,52	Sehr zäher Schlamm	Kl. Dredge	1 Ex. R 4,2, r 2,5 mm; 12 A.

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwedische Expeditionen, nach den Sammlungen des Reichsmuseums Stockholm: 1861: Eisfjord ohne nähere Angaben, steinig (2 Ex. 12 Arme; das grössere Ex: R = 43, r = 20 mm). 1872—73: Eingang (angeblich 78° 13′ n. Br., 13° 40′ ö. L., diese Stelle liegt jedoch auf Land nördlich des Einganges), 189 m, Stein (1 kleines Ex. 10 Arme); Skans Bay (Billen Bay), 27 m, Schlamm (1 Ex. 10 Arme, R = 44, r = 18,2 mm); Green Bay, 180 m, Stein und Schlamm (7 Ex.; 6 Ex.: 10 Arme, 1 Ex.: 9 Arme; R = 30—35 mm, r = 15 mm usw.). 1898: Fjordstamm vor K. Boheman, 40 bis 50 m (1 Ex. 10 Arme, R = 51, r = 23 mm; 1 kleines Ex. 9 Arme). — Schwed. Exped. 1900 (Zool. Mus., Uppsala): Eingang, 350 m, Schlamm (3 Ex. 10 Arme); Coles Bay, 50 bis 100 m, Stein (1 kleines Ex. 10 Arme), 50 m, Stein (1 grosses Ex. 12 Arme); Green Bay, 10 bis 80 m, Stein (1 Ex. 13 Arme, 2 Ex. 12 Arme).

Kükenthal's Exped. 1886: ohne Fundortsangabe, wie es scheint (vgl. Michailovskij 1902, p. 519) im Eisfjord (Pfeffer 1894 a). Schwed. Exped. 1890: Safe Bay, 54 bis 72 m, loser Schlamm (Klinckowström 1892). Helgoland-Exped. 1898: Eingang, 365 m, Schlamm, wenig Steine (Ludwig 1900 a). Olga-Exped. 1898: Green Bay, 145 bis 180 m (also am Eingang), Schlamm (Döderlein 1900). Russ. Exped. 1900: Billen Bay, 142 bis 133 m, —1,9°, Schlamm mit Steinen, 6 Ex. (Michailovskij 1902). Pr. Alice-Exped. 1898: Tempel Bay, 102 m, Schlamm, 1 Ex. (Koehler 1908). Michael Sars-Exped. 1900: Fjordstamm, 260 m, + 1,40°, 1 Ex. 10 Arme; Green Bay, 140 m, + 1,10°, 6 Ex. 10 Arme (Grieg 1907).

Solaster papposus ist, wie aus den zahlreichen früheren Funden hervorgeht, viel gemeiner im Eisfjord, als man nach unserer spärlichen Ausbeute vermuten könnte. Zweifellos ist er an geeigneten Lokalitäten ebenso gemein wie in andern arktischen Gegenden; solche Lokalitäten sind allerdings dort verhältnismässig spärlich vorhanden, was unsere Ergebnisse erklärt. Diese Art lebt nämlich ganz überwiegend auf hartem und vielleicht noch gemeiner auf sandigem und gemischtem Boden. Auf reinem Schlammboden wird er, wie auch unsere Funde zeigen, ab und zu gefunden; wenn das Vorkommen an solchem Grund nicht nur zufällig ist, so ist er jedenfalls dort viel seltener. Vielleicht treten junge Exemplare etwas häufiger auf Schlammboden auf. — Die Tiefen der Fundorte schwanken zwischen 27 und 350 m.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 8, 9.)

S. papposus ist bekanntlich eine ziemlich stark variierende Art. Wie besonders aus der wertvollen Zusammenstellung Grieg's (1907) hervorgeht, kann man zwei Hauptformen unterscheiden, eine arktische (var. *affinis* Brandt) und eine boreale Form, von

welcher, wie es scheint, die letztere weniger einheitlich ist. Wenigstens gegenwärtig ist es, wie auch die Untersuchungen FISHER's (1911) über die pazifischen Formen zeigen, unmöglich, eine Aufteilung der Art in selbständige Varietäten oder Unterarten vorzunehmen; da ferner eine erbliche Konstanz der Unterschiede in keinem Falle nachgewiesen oder wahrscheinlich gemacht worden ist, muss man *S. papposus* als ebenso einheitlich wie andere variable Arten betrachten.

Dagegen gibt es in den arktischen Gebieten des Nordmeeres eine *Solaster*-Form, die trotz der zweifellos engen Verwandtschaft mit *S. papposus* als eine selbständige Art oder wenigstens Unterart betrachtet werden muss, nämlich *S. squamatus* DÖDERLEIN. In bezug auf die Geschichte dieser Form nenne ich hier nur die wichtigsten Daten und verweise im übrigen auf die oben zitierte, wichtige und erschöpfende Darstellung GRIEG's (die Hauptergebnisse findet man schon in der ebenso wichtigen wie kurzgefassten Mitteilung ÖSTERGREN's [1904]). DANIELSSEN & KOREN (1884) beschrieben in den Ergebnissen der Nordmeerexpedition einen *S. affinis* BRANDT; in der Beschreibung werden zwei Formen zusammengeworfen, die arktische Form von *S. papposus* und die hier fragliche Form, welche mit derjenigen BRANDT's nichts zu tun hat. Ihren Namen *squamatus* erhielt diese Form durch DÖDERLEIN (1900), der sie jedoch nur als eine Varietät von *S. papposus* betrachtete. Wenig später und ohne Kenntnis seiner Arbeit erwähnte ÖSTERGREN (1901) eine von der Kolthoff-Expedition in Nordostgrönland gefundene neue *Solaster*-Art, die, wie es sich später herausgestellt hat, mit der »Varietät» DÖDERLEIN's identisch ist; drei Jahre später (1904) sprach derselbe Forscher die nachher von GRIEG aufgenommene Ansicht aus, dass diese Form »als eine besondere Species, oder wenigstens Subspecies» zu betrachten ist.

Ich habe *S. squamatus* an dieser Stelle so ausführlich besprochen, weil er wegen der beschränkten Verbreitung und der nahen Verwandtschaft mit *S. papposus* ein grosses tiergeographisches Interesse darbietet. Dass er eine selbständige Form darstellt, kann wohl nach den oben erwähnten Untersuchungen kaum bezweifelt werden, obgleich ein sicherer Beweis für die erbliche Konstanz der Merkmale nicht vorliegt. — Die Frage, ob *S. squamatus* als Unterart oder Art zu bezeichnen ist, scheint mir mit der Verbreitung zusammenzuhängen; die erstere Auffassung ist berechtigt, wenn die Verbreitungsgebiete grösstenteils getrennt sind und *S. squamatus* folglich eine vikarierende Form ist. Für diese Annahme spricht der Umstand, dass *S. squamatus* eine Charakterform der kalten Abhänge des Nordmeerbeckens (550 bis 1159 m) ist, die hier den *S. papposus* der geringeren Tiefen ersetzt und auf den seichteren Plateaus (Färö-Island-Rücken, 450, 480 m; SO. vom Südkap Spitzbergens, 267 m) nur unweit der Grenze der kalten Area auftritt; *S. papposus* und *S. squamatus* sind ferner bisher fast nie mit einander zusammen angetroffen worden (eine Ausnahme bildet, wie es scheint, St. 200 der norwegischen Nordmeerexpedition — Abhang des Nordmeerbeckens vor Westfinnmarken —, wo ausser der letzteren Art auch ein Exemplar der gewöhnlichen arktischen Form von *S. papposus* gefunden sein soll). In Nordostgrönland findet man jedoch beide Formen; nach der vertikalen Verteilung der Funde (*S. squamatus* 90—275 m, *S. papposus* 10—102; am nördlichsten Teil von Südostgrönland 125 m, ausserdem ein Exemplar in 250 m Tiefe, s. unten) ist es zwar nicht unwahrscheinlich, dass die Verbreitungsgebiete auch hier ziemlich

getrennt sind, doch scheint es mir bis auf weiteres am besten, die Frage offen zu lassen.

In der folgenden Zusammenstellung habe ich alle Angaben ausgelassen, die sich sicher oder wahrscheinlich auf *S. squamatus* beziehen. Es ist möglich, dass auch unter den übrigen Funden sich einzelne finden, die zu *S. squamatus* gehören, doch können diese keinen Einfluss auf das allgemeine Bild der Verbreitung haben. Erstens gehören nämlich alle Funde in der borealen Region sicher zu *S. papposus*, da *S. squamatus* eine rein arktische Form ist; ferner fehlt die letztere Art nach den bisherigen Erfahrungen an der ganzen sibirischen Küste; vom Barentsmeer wird auch von Forschern, die beide Formen kennen, nur *S. papposus* angegeben und dasselbe gilt vom nordamerikanischen Eismeer (s. GRIEG 1907). Vom Spitzbergengebiet und vom Westgrönland liegen schliesslich so zahlreiche sichere Funde von *S. papposus* vor, dass diese Art als hier überall gemein bezeichnet werden kann, auch wenn einzelne Angaben auf Verwechslung mit *S. squamatus* beruhen sollten.

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: Eisfjord (s. oben); vor der südlichsten Küste, 70—160 m; vor der Kings Bay, 36 bis 140, 175 m (DANIELSSEN & KOREN 1884 [*S. affinis*, s. GRIEG 1907], LUDWIG 1900 a, DÖDERLEIN 1900, KOEHLER 1908); ferner Kolthoff-Exped. 1900: N. von Pr. Charles Foreland, 2 Fundorte, 100 m (Zool. Mus., Uppsala). Nordwestspitzbergen, 24—68 m (DANIELSSEN & KOREN 1884, DÖDERLEIN 1900, LUDWIG 1900 a, GRIEG 1909), 444 m (MICHAILOVSKIJ 1902). Nordspitzbergen: Wijde Bay, 112 m, Ross-Insel (LUDWIG 1900 a) (ferner PHIPPS 1774). Ostspitzbergen: Nordostland, Hopen Eiland, Storfjord usw. äusserst gemein (s. die Karte), 9 bis 11, 25—198, 430 bis 450 m (PFEFFER 1894), LUDWIG 1900 a, DÖDERLEIN 1900, MICHAILOVSKIJ 1902, KOEHLER 1908). Beeren Eiland-Bank und zwischen dieser und dem Südkap, 84—179 m (KLINCKOWSTRÖM 1892, DÖDERLEIN 1900, GRIEG 1907). [Spitzbergen ferner ROSS 1828, PFEFFER 1894 a.]

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer, östlich bis an die Neusibirischen Inseln, 27 m (STUXBERG 1882, 1886), 19—60 m (KALISCHEWSKIJ 1907). Karisches Meer und Karische Pforte, Matotschkin schar, 18, 27—144 m (STUXBERG 1878, 1882, 1886, LEVINSEN 1886, RUIJS 1887, KALISCHEWSKIJ 1907, GRIEG 1910). Barentsmeer (s. die Karte) und Franz Josephs Land, 26, 91—390 m (STUXBERG 1878, 1886, D'URBAN 1880, HOFFMANN 1882, DANIELSSEN & KOREN 1884 SLUITER 1895 [grösstenteils ohne genauere Angaben], BREITFUSS 1903, MICHAILOVSKIJ 1905 [Forma A und B, die letztere nach GRIEG eher zu *S. papposus* als zu *S. squamatus;* keine Angaben über die lokale Verteilung der Formen!], GRIEG 1907, KOEHLER 1909). Weisses Meer, bis 40 m (STIEREN 1895), ohne Tiefenangaben (JARZYNSKY 1885, WAGNER 1885). Murmanküste: Kolafjord (DERJUGIN 1906, 1912); ohne nähere Angaben (JARZYNSKY 1885). Ostfinnmarken: Varangerfjord (M. SARS 1861, NORMAN 1902, GRIEG 1907 [200 m]). Zwischen Westfinnmarken und Beeren Eiland, 300—394 m (DANIELSSEN & KOREN 1884, GRIEG 1907, KOEHLER 1908). Westfinnmarken und Nordland, 10 bis 30, 30 m (AURIVILLIUS 1886, GRIEG 1903, NORDGAARD 1905, KIÆR 1906 a). [? W. von Nordland, 640 m (DANIELSSEN & KOREN 1884; *S. affinis*, s. GRIEG 1907)]. — Färö-Shetland-Kanal, 675—1135 m (SLADEN 1882, 1889, BELL 1892; das Ex. von Porcup. St. 64, 1869, wahrscheinlich = *S. squamatus*, s. GRIEG 1907; die Zugehörigkeit der übrigen zu *S. papposus* ist wohl nicht gesichert). [?O. von Island, 860 bis 990 m (SCHMIDT 1904); vielleicht eher *S. squamatus*.] N. von Island, 200 m (GRIEG 1907). Danmark-Strasse, 515, 1012 m (Grenze zum warmen Gebiet) (MORTENSEN 1913). — Jan Mayen (FISCHER 1886, MORTENSEN 1903 [99 m]). — Nordostgrönland: etwa 76 $^3/_4$° n. Br., 18—180 m (MORTENSEN 1913); SO. von der Walross-Insel, 80 bis 100 m; vor dem Eingang des Fr. Josephs Fjords, 250 m (Schwed. Exped. 1900 [Riksmuseum, Stockholm]). Südostgrönland, 215, 250 m (MORTENSEN 1903). Westgrönland, zahlreiche Fundorte, 18 bis 36—460 m (LÜTKEN 1857, WALKER 1860, NORMAN 1877, HOLM 1889, VANHÖFFEN 1897, MORTENSEN 1913; ferner FABRICIUS 1780). Nordwestgrönland, 27 bis 36, 54 bis 72 m (RANKIN 1901). — Ellesmere Land, 27—144 m (DUNCAN & SLADEN 1877, 1878, 1881). Jones Sund, 6—90 m (GRIEG 1907 a, 1909 a). Barrow-Strasse (FORBES 1852). Westküste von Davis Strait (SABINE 1824). — Ostküste von Nordamerika: Nordostküste von Labrador, Golf von St. Lawrence, Ebbegrenze, 18 m (PACKARD 1863, 1866, BUSH 1884, WHITEAVES 1901, SCHMITT 1904). Bänke von Newfoundland bis St. Georges Bank, 72—225 m; Fundy Bay bis K. Cod, Ebbegrenze—108 m (VERRILL 1866, 1871, 1873, 1885, 1894 [*S. helianthus*], 1895, SMITH & HARGER 1874, PACKARD 1876, SLADEN 1889, PERRIER 1896; ferner STIMPSON 1854, 1854 a, AGASSIZ 1877, GANONG 1885, 1888, 1890, FEWKES 1891). — Pazifisches Gebiet: Nordküste von Alaska, 25 m; Beringsstrasse (MURDOCH 1885, FISHER 1911) [Beringsmeer

vorwiegend boreale Bedingungen, unten angeführt]. Ochotskisches Meer, 120 m (FISHER 1911). [? Japanisches Meer SW. von Wladiwostok, 400 m (MARENZELLER 1903); wohl wahrscheinlich die von FISHER als eine selbständige Species betrachtete Form *S. japonicus*. Ob der von DOFLEIN (1906) an der Ostküste von Japan gefundene *S. papposus* zu dieser Art gehört, ist aus demselben Grund sehr zweifelhaft.]

Boreale Region:

Norwegische Westküste: Westfinnmarken und Lofoten, warmes Gebiet (wenige Angaben) (M. SARS 1850, DANIELSSEN 1861, DANIELSSEN & KOREN 1884), SLUITER 1895, ferner M'ANDREW & BARRETT 1857). Trondhjemsfjord (STORM 1878, 1888). Kristiansund, Molde, 27—90 m (DANIELSSEN 1859, ferner M. SARS 1861, SÜSSBACH & BRECKNER 1911). Westland, gemein, wenige Tiefenangaben (9 bis 36, 36 bis 54, 120 bis 160 m) (M. SARS 1861, MÖBIUS & BÜTSCHLI 1874, KÜKENTHAL & WEISSENBORN 1886, GRIEG 1889, 1891, 1896, 1898, 1907, 1912).

Fig. 8. *Solaster papposus.*

Skagerak: Sönderledsfjord (GRIEG 1907). Schwedische Küste: Gullmarfjord und Umgebung (THÉEL 1907) (nach Mitteilung von Dr. HJ. ÖSTERGREN nicht seichter als 20 bis 30 m). Kattegatt, gemein im südlichen und südwestlichen Teil, weniger gemein im übrigen Kattegatt, 11—36 m (LÜTKEN 1857 a, PETERSEN 1889, PETERSEN & LEVINSEN 1900); Skelderviken, 24 m (LÖNNBERG 1903; ferner RETZIUS 1783). Limfjord (COLLIN 1884, MORTENSEN 1897). Öresund (LÜTKEN 1857 a, 1871 a, LÖNNBERG 1898 [15 bis 20 m]). Grosser Belt, Middelfahrt-Sund und Fænösund (LÜTKEN 1871, MÖBIUS 1873 a, MÖBIUS & BÜTSCHLI 1874 [39 bis 97 m], PETERSEN 1889, 1893, 1894 [20, 23 m], 1913). Südwestliche Ostsee: Kielerbucht, Fehmarn-Belt, 16 bis 18—27 bis 30 m (MÖBIUS 1873); SO. von Alsen (SÜSSBACH & BRECKNER 1911).

Nordsee: Norwegische Küste (s. oben). Südöstlicher Teil, 23—95, 155 m (MEISSNER & COLLIN 1894, MÖBIUS & BÜTSCHLI 1874, DALLA TORRE 1889, MÖBIUS 1893, CUNNINGHAM 1895, GRIEG 1907, SÜSSBACH & BRECKNER 1911, ferner LÜTKEN 1871 a, APPELLÖF 1905, 1912). Küste von Holland, selten: 2 Exemplare ohne nähere Angaben (HORST 1887); Texel (HOEK 1889). Shetland-Inseln (NORMAN 1869, BELL 1892, PEARCEY 1885 [225 m]). Orkney-Inseln, 18 m (FORBES 1841). Westlicher Teil: Ostküste von Schottland, Gezeitenzone —25 m (M'INTOSH 1875, LESLIE & HERDMAN 1881), 7 (und 9, 15)—68 m (FULTON 1890—1898, PEARCEY 1902, 1902 a, APPELLÖF 1905, 1912, TESCH 1906), ohne Tiefenangaben (FORBES 1841, GRAY 1848, BELL 1892, ferner DALYELL 1851). Ostküste von England und Nordsee bis zum Eingang in den Pas de Calais, Gezeitenzone und 12—50 m (FORBES 1841, HODGE

1871, Möbius & Bütschli 1874, Redeke & van Breemen 1903, Garstang 1905, Tesch 1906, Mar. Biol. Assoc. 1909; ferner Bell 1892, Hey 1903, Petch 1903). [Ausser den in dieser Literatur erwähnten Fundorten habe ich auf der Karte Fig. 9 fünf weitere, davon 4 im südlichsten Teil der Nordsee, eingetragen, die ich einer mir von Dr. Tesch, Helder, freundlichst zur Verfügung gestellten Kartenskizze verdanke.]

Englischer Kanal: Südküste von England, 7—18 m und ohne Tiefenangaben (Bell 1892, Todd 1903, Heape 1888, Garstang 1892, Sumner 1895, Allen 1899, Moray 1909), 27—63 m (Mar. Biol. Assoc. 1906). Nordküste von Frankreich: Pas de Calais, 24 bis 30 m (Sauvage 1890, ferner Hallez 1892). Normandie, Kanalinseln Bretagne, litoral, 70 bis 105 m und ohne Tiefenangaben (Fischer 1872, Viguier 1878, Koehler 1886, Cuénot 1887, Pruvot 1897, Gadeau de Kerville 1898, 1900, 1901, Sharp 1908, s. auch Forbes 1841) (ferner Perrier 1875).

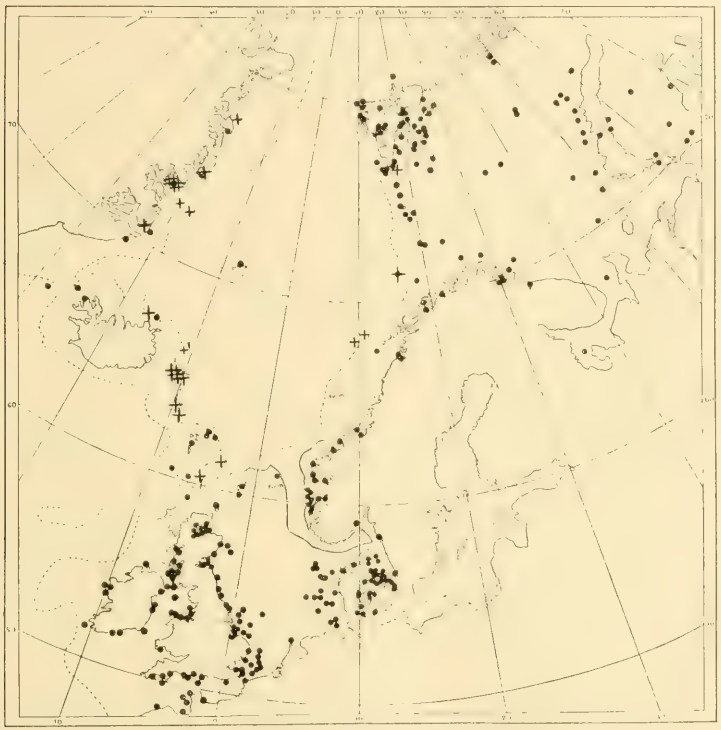


Fig. 9. ● *Solaster papposus*, + *S. squamatus*.

Westküste von England, Gezeitenzone—40 m (Herdman 1886, Chadwick 1889, Koehler 1908). Isle of Man, Gezeitenzone, 22—37 m (Herdman 1894, 1896, 1901, ferner Bell 1892). Westküste von Schottland, 200 bis 250 m (Thompson 1843), Gezeitenzone—35, 35—120, 125 bis 144 m (Henderson 1888, Hoyle 1890, Bell 1892, Fulton 1897, 1898, Scott 1897, ferner Forbes 1841, Smith 1892, M'Intosh 1907). Irland, alle Küsten, 125 bis 160 m (Hyndman 1859), 9—63 m (Holt 1892, Colgan 1905, Nichols 1912), ohne Tiefenangaben (Templeson 1836, Forbes 1841, Thompson 1844, 1856, Dickie 1858, Haddon 1888, Hassal 1842, Bell 1892, Nichols 1903). [Norman 1865: »Great Britain», »everywhere».]

Färö-Bänke, 110—265 m (Grieg 1907, s. auch Appellöf 1912); Färöer (Lütken 1857). Island: Nordwestküste (Lundbeck 1893); ohne nähere Angaben (Lütken 1857).

Ostküste von Nordamerika südl. von K. Cod: keine genaue Angaben, nicht an der Küste (s. oben).

Pazifisches Gebiet, warmer Teil: Beringsmeer, Aleuten, Kommandeur-Inseln, Kamschatka, Südküste von Alaska, Küste von Washington und (1 Fundort) Oregon, Ufer—510 m (Fisher 1911). [?? Ostküste von Japan, s. oben.]

Bathymetrische Verbreitung.

S. papposus lebt vom Ufer an bis in etwa 1000 m Tiefe. Die tiefste sichere Fundstelle (Danmarkstrasse, 1000 m) liegt im Atlantischen Ozean. In arktischen Gebieten wird die Art meist zwischen etwa 25 und 500 m angetroffen; einige Angaben über Funde in grösserer Tiefe können nicht als ganz sicher angesehen werden, da eine Verwechslung mit *S. squamatus* nicht ausgeschlossen ist (Färö-Shetland-Kanal, 675, 690, 1135 m; O. von Island, 900 m; vor Nordland, 640 m [Nordmeerexpedition; von Grieg 1907 nicht unter die Fundorte für *S. squamatus* aufgenommen, es handelte sich aber um ein einziges, sehr kleines Exemplar]). An mehreren arktischen Küsten ist die Art zwischen 10 und 20, sogar in 6 m Tiefe gefunden worden (Ostspitzbergen, Nordostgrönland, Jones Sund; Ostküste von Nordamerika angeblich sogar Ebbegrenze; s. oben), in mehreren Gegenden, z. B. im Spitzbergengebiet, ist sie jedoch so gut wie ausschliesslich erst in etwas grösserer Tiefe (von ungefähr 25 m an) angetroffen worden.

In der borealen Region lebt *S. papposus* wenigstens in vielen Gegenden schon in etwa 10 m Tiefe und ist wenigstens bei 15 gemein. So verhält er sich im Kattegatt (s. besonders Petersen 1889, zahlreiche Funde in 11—20 m), an den britischen Küsten (sehr zahlreiche Beobachtungen von Fulton, Pearcey u. a., s. oben) und zweifellos an der norwegischen Küste; an der schwedischen Skagerakküste scheint er erst in etwas grösserer Tiefe aufzutreten (s. oben).

Die obere Verbreitungsgrenze ist also überall ungefähr dieselbe, obgleich lokale Verhältnisse sowohl in der arktischen wie in der borealen Region kleine Abweichungen hervorrufen können. Die untere Grenze scheint dagegen wenigstens in vielen borealen Gegenden bedeutend höher als an kälteren Küsten zu liegen. Schon Petersen (1893) hebt diesen Unterschied hervor und betont, dass die Art im Kattegatt nicht tiefer als bis zu ungefähr 35 m hinabdringt; meist scheint sie wohl bis zu mehr als 50 m hinabzusteigen, aber in der Regel nicht viel tiefer. Wahrscheinlich ist diese veränderte Vertikalverbreitung eine Folge davon, dass die Fortpflanzung in verhältnismässig kaltem Wasser geschieht. Die Verhältnisse liegen jedoch sehr kompliziert, und die erwähnte Regel gilt nicht überall; in gewissen borealen Gegenden steigt das Tier bis zu 200 und 250 m hinab, im warmen Teil des pazifischen Gebietes noch tiefer (s. oben).

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Solaster papposus ist gemein in verschiedenen hocharktischen Gegenden und erträgt offenbar gut eine konstant negative Temperatur. Es ist demnach nicht richtig, ihn mit Grieg (1907) als eine Warmwasserform der Kaltwasserart *S. squamatus* gegenüberzustellen; beide Arten sind mehr oder weniger gemein unter hocharktischen Bedingungen, obgleich in grosser Tiefe nur *S. squamatus*, in seichtem Wasser, wie es scheint, nur *S. papposus* zu finden ist.

Aus der weiten Verbreitung und dem Vorkommen in seichtem Wasser auch unter ausgesprochen borealen Bedingungen folgt, dass *S. papposus* als eine typisch eurytherme Art bezeichnet werden muss. Nähere Angaben sind nicht leicht zu geben, doch erträgt die Art offenbar ein Maximum von mehr als + 15°, auch wenn das Minimum nicht unter + 8 oder + 7° sinkt. Wenn man sie heute noch zum arktischen Element der

Fauna rechnet (ausdrücklich tut dies Grieg 1914), so macht man daher die Voraussetzung, dass sie sich erst sekundär dem Leben unter borealen Bedingungen angepasst habe. Diese Hypothese erfordert eine kritische Prüfung.

S. papposus ist zweifellos wenigstens in den meisten borealen Gegenden ungefähr ebenso gemein wie in der arktischen Region. Wie vollständig er dem Leben in warmem Wasser angepasst ist, geht auch aus einem Vergleich der Körpergrösse in verschiedenen Gegenden hervor. Ich stelle zunächst die wichtigsten Angaben über die Maximalgrösse in der arktischen Region zusammen; die Ziffern bedeuten die maximale Länge des grössten Radius (die in Klammern gesetzten Ziffern beziehen sich auf die nächstgrössten Exemplare): Döderlein 1900, Beeren Eiland und Westspitzbergen: 94 (71, 59, 51) mm. Michailovskij 1902, Spitzbergen: 66 mm. Koehler 1908, Eisfjord: 52 mm. Kolthoff-Expedition 1900, Coles Bay: 79 mm. Grieg 1907, Spitzbergen und Nordisland: 51 mm; Barentsmeer und Finnmarken: 50 mm. Aurivillius 1886, Finnmarken: 90 mm. Grieg 1910, Karisches Meer: 54 mm. Kalischewskij 1907, Sibirisches Eismeer: 52 mm. Fischer 1886, Jan Mayen: 60 mm (unter 28 Exemplaren). Vanhöffen 1897, Westgrönland: 54 mm. Duncan & Sladen 1881, Grinnell Land: 47 mm (»the northern specimens are usually very much smaller» [als die südlichen]). Grieg 1907 a, Jones Sund: 91 mm (84, 55, 51, 50 mm). Entsprechende Angaben für boreale Gebiete lauten: Grieg 1907, Nordsee: 131 (95, 76, 69) mm; norwegische Küste: 100 (95, 94, 92, 91, 85, 84, 83, 82, 72, 71) mm. M. Sars 1861, norwegische Westküste: etwa 97 mm. Dalyell 1851, Schottland: Durchmesser bis 8—10 *i*, also R wenigstens 105—130 mm. Thompson 1856, Irland: Durchmesser 11 *i*, also R wenigstens 145 mm. Bell 1892: 110 mm (98, 89, 68 mm). In Bohuslän habe ich Exemplare von mehr als 100 mm Armradius gesammelt; solche sind zweifellos nichts weniger als selten; im Zoologischen Museum zu Uppsala findet sich ein Exemplar von etwa 120 mm, im Riksmuseum, Stockholm, eines von 123 mm). Aus diesen Angaben geht mit voller Evidenz hervor, dass die Art in der borealen Region durchschnittlich bedeutend grösser ist als in der arktischen. In der letzteren beträgt die maximale Länge des Armradius wenigstens in der Regel[1] weniger als 100 mm, meist höchstens 70 bis 90 mm. In borealen Gegenden kann der Armradius eine Länge von mehr als 130 mm erreichen, und Exemplare von 100—120 mm sind gemein.

Die kleinen morphologischen Unterschiede scheinen keine Anhaltspunkte für die Beurteilung der Herkunft zu liefern. Über die Fortpflanzung von *S. papposus* sind an der norwegischen Westküste einige Beobachtungen angestellt worden. In den Aquarien der biologischen Station von Bergen sind nach Grieg (1898) Eier und Larven im März und April gefunden worden; in Trondhjem fand Nordgaard (1912) laichende Exemplare am 29. April und 12. Juni. An der schwedischen Küste beobachtete Aurivillius (1898) ein geschlechtsreifes Männchen schon im Februar. Von der englischen Südküste liegt die Angabe vor, dass die Gonaden im März reif sind (Marine Biolog. Assoc. 1906). Diese Beobachtungen sind wohl sehr unvollständig, sie erwiesen jedoch, dass die Laichzeit in der borealen Region etwa Ende März beginnt; ob sie regelmässig bis in den Juni andauert oder in der Regel früher abgeschlossen wird, kann nicht entschieden werden.

[1] Im Riksmuseum, Stockholm, findet sich ein ungewöhnlich grosses Exemplar (R etwa 112 mm), von der Vega-Expedition bei den Neusibirischen Inseln gesammelt.

Ich habe im Allgemeinen Teil darzulegen versucht, dass eine solche Fortpflanzungszeit nicht einen arktischen Ursprung beweist; in diesem Falle ist übrigens zu bemerken, dass die Art auch in Wasser lebt, dessen Temperatur nie unter etwa 8° sinkt. Abgesehen von den Fortpflanzungsverhältnissen sind in der Verbreitung und Biologie des Tieres keine Züge bekannt, die für eine sekundäre Erwerbung der Eurythermie sprechen. Da die Art in borealen Gebieten so weit verbreitet und gemein ist und dort sogar ihre kräftigste Entwicklung erreicht, hat man kein Recht anzunehmen, dass sie sich dem Leben unter borealen Bedingungen sekundär angepasst habe.

Eine Frage, die unabhängig von der oben behandelten erörtert werden muss, ist diejenige nach den genetischen Beziehungen zwischen *S. papposus* und *S. squamatus;* bei der nahen Verwandtschaft kann der gemeinsame Ursprung nicht bezweifelt werden. Döderlein (1900) vermutet, dass die letztere Art die primitivere Form sei, ohne jedoch einige Gründe für diese Auffassung vorzulegen. Sowohl morphologische wie tiergeographische Erwägungen führen meiner Ansicht nach zu einem anderen Ergebnis.

Von den morphologischen Unterschieden kommt hier nur der verschiedene Bau des Abactinalskeletts in Betracht. Dieses ist bei *S. papposus* netzförmig, bei *S. squamatus,* wie zuerst Döderlein nachgewiesen hat, fast kompakt, schuppenförmig ausgebildet. Der Unterschied geht deutlich aus den guten Figuren Grieg's (1907) hervor; da für ein volles Verständnis sowohl der Unterschiede wie der Ähnlichkeiten noch detailliertere Figuren erwünscht sind, füge ich hier solche bei (Fig. 10, 11).[1] Untersucht man eingehend die beiden Rückenskelette, so findet man, das auch das Skelett von *S. squamatus* ein Netz bildet, obgleich mit äusserst engen Maschen und wenigen sekundären Verbindungsplatten. Der eigentümlich unregelmässige Bau kann nicht sehr ursprünglich sein, sondern ist offenbar teilweise durch Verschmelzungen entstanden; da ferner eine netzförmige Verbindung zwischen den Platten zu entdecken ist, kann man annehmen, dass dieses Skelett durch Umbildung eines deutlichen Netzes entstanden ist; diese Annahme liegt auch deshalb nahe, weil der Netztypus sowohl in derselben wie in verwandten Familien (z. B. *Echinasteridæ*) und unter den Asteriden überhaupt weit verbreitet ist (s. z. B. Viguier 1878, Fisher 1911). Daraus folgt nicht mit Notwendigkeit, dass *S. squamatus* ein Abkömmling von *S. papposus* ist; das aus einem netzförmigen Typus hervorgegangene Skelett der ersteren Art hätte sich wieder in ein lockeres Netz umwandeln können. Da aber *S. squamatus* aus einer in warmem Wasser lebenden Art entstanden sein muss, liegt es wohl sehr nahe anzunehmen, dass er eben von *S. papposus* oder einer mit diesem direkt verwandten Form abstammt.

Betrachten wir nun die Verbreitung der beiden Arten. *S. papposus* hat eine sehr weite Verbreitung: er ist circumpolar und sowohl auf der atlantischen wie auf der pazi-

[1] Diese Figuren zeigen, dass der Unterschied zwischen den beiden Arten nicht so tiefgehend ist, wie Döderlein glaubte und wie man auch nach der Darstellung Grieg's vermuten könnte. Erstens ist die dachziegelartige Anordnung der Kalkplatten nichts spezielles für *S. squamatus;* auch bei *S. papposus* greifen sie stets dachziegelförmig übereinander. Zweitens bildet das Rückenskelett auch bei der ersteren Species eine Art Netz, obgleich mit äusserst engen Maschen (s. näher oben). Nach Grieg würde der typische *S. squamatus* ein mehr regelmässig schuppenartiges Rückenskelett aufweisen (l. c., Taf. I, Fig. 4); ein Exemplar mit einem Rückenskelett, das gut mit dem hier abgebildeten übereinstimmt, wird als abweichend bezeichnet (l. c., Fig. 5). Nach meiner Erfahrung zeigt die Art stets den von mir dargestellten Bau; den von Grieg in Fig. 4 abgebildeten Bau findet man bei jungen Exemplaren.

fischen Seite weit südwärts verbreitet. *S. squamatus* dagegen ist auf ein eng umschriebenes Gebiet beschränkt, nach den bisherigen Erfahrungen auf die Randzone des tiefen Nordmeerbassins. *S. papposus* hat ferner eine weite bathymetrische Verbreitung und ist gemein schon in der Uferzone, während *S. squamatus* erst in grösserer Tiefe auftritt. Eine solche, an ganz besondere Bedingungen angepasste Art kann doch nicht die Stammform eines weit verbreiteten, ubiquistischen Tieres sein.

Ich muss folglich *S. squamatus* als eine aus *S. papposus* — oder einer diesem nahestehenden gemeinsamen Stammform — hervorgegangene, sozusagen spezialisierte Form betrachten, die sich in einem begrenzten Teil der arktischen Region, unter gewissen hocharktischen Bedingungen, entwickelt hat.

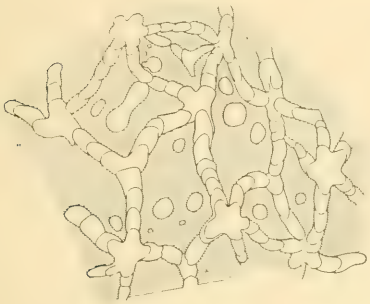


Fig. 10.

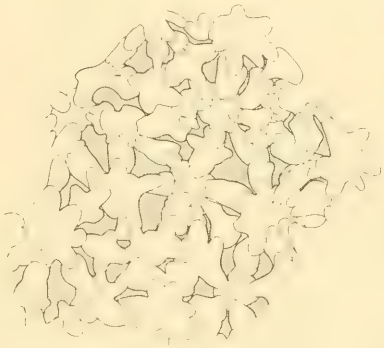


Fig. 11.

Anhang: Verbreitung von S. squamatus Döderlein (Fig. 8, 9):

SO. vom Südkap, Spitzbergen, 267 m (Grieg 1907). Abhänge des Nordmeerbeckens: vor den Lofoten, 827, 1134, 1159 m (Grieg 1907, 1134 m s. auch Döderlein 1900); Färö-Shetland-Kanal, 1171 m (Sladen 1889 [*S. papposus*, wahrscheinlich = *S. squamatus*, s. Grieg 1907, p. 52]), 620 bis 640 m (Grieg 1907); Färö-Island-Rücken, 450, 480, 547, 550, 630 m; N. von Island, 590 m (Grieg 1907). Nordostgrönland: Hurry Inlet, 90 m (Mortensen 1904); 77° 31′ n. Br., 275 m (Grieg 1909); 72° 40′ n. Br., 20° w. L., 180 m (Mortensen 1913); Eingang in den Franz Josephs Fjord, vor diesem Fjord, SO. von der Pendulum-Insel, 72° 25′ n. Br., 17° 56′ w. L., 100—300 m (Schwed. Exped. 1900 [Zool. Mus., Uppsala und Riksmuseum, Stockholm; s. auch Östergren 1901].

Bathymetrische Verbreitung: 90—1171 m.

Solaster endeca (L.).

Fundort im Eisfjord:

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
42	Svensksundstiefe (Eingang in den Fjord) 24.7	406—395 m	382 m: + 2,61°	34,90	Loser Schlamm	Trawl	1 Ex. R 85 mm

Früherer Fund im Eisfjord(?):

Kükenthal's Exped. 1886: ohne Fundortsangabe, wie es scheint (vgl. Michailovskij 1902, p. 519) Eisfjord (Pfeffer 1894 a).

Da diese Art früher nicht mit Sicherheit aus dem Eisfjord bekannt war und von uns nur in einem einzigen Exemplar gefunden wurde, muss sie natürlich dort selten sein. Doch muss man sich davor hüten, aus den erwähnten Tatsachen allzu weitgehende Schlüsse zu ziehen; die Art tritt nämlich in ihrem ganzen Verbreitungsgebiet in der Regel mehr oder weniger spärlich und vereinzelt auf. Die Lage unseres Fundortes braucht daher nicht zu bedeuten, dass die Art nur im äusseren Teil des Eisfjords vorkommt; doch ist diese Möglichkeit nicht ausgeschlossen.

Der Fund im Eisfjord zeigt, wie auch einige frühere Beobachtungen, dass diese Art an reinem Schlammgrund vorkommen kann. Andererseits kann sie auch an reinem Steinboden auftreten; vorwiegend lebt sie jedoch zweifellos auf gemischtem Grund (Schlamm mit Sand oder Schalen usw.).

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 12, 13).

Ehe ich auf die Verbreitung von *Solaster endeca* eingehe, ist es notwendig, die systematische Stellung und Verbreitung von *S. syrtensis* Verrill zu besprechen. Döderlein (1900) und Östergren (1901) sind unabhängig von einander zu der Auffassung gekommen, dass diese Form von *S. endeca* deutlich getrennt ist und auch im europäischen Nordmeer vorkommt. Grieg (1907) hat später die Verrill'sche Art mit der älteren *S. glacialis* Danielssen & Koren vereinigt; die Identifizierung dürfte jedoch so unsicher sein, dass man wohl bis auf weiteres den Namen *syrtensis* beibehalten muss.[1]

In verwandtschaftlicher Beziehung dürften die beiden Formen ungefähr dieselbe Stellung zu einander einnehmen, wie *S. squamatus* zu *S. papposus* (s. oben S. 30—31). In ihrer Verbreitung zeigen sie jedoch einige Unterschiede gegenüber der Gruppe *papposus-squamatus:* erstens fehlt *S. endeca* nach den bisherigen Erfahrungen in ausgesprochen hocharktischen Gegenden, zweitens scheint *S. syrtensis* nicht hocharktisch zu sein. Die Verbreitungsgebiete sind demnach nicht getrennt, da aber in einem grossen Teil der arktischen Region nur die eine, in borealen Gebieten nur die andere Art vorkommt, werden sie vielleicht nach genauerer Kenntnis der Verbreitung und Lebensweise als Subspecies aufgefasst werden können.[2]

Nach Grieg (1907) ist es vorläufig unmöglich, über die Verbreitung von *S. endeca* und *syrtensis* ins reine zu kommen, da die meisten Verfasser sie nicht gesondert haben.

[1] Östergren (1904) hat die Ansicht ausgesprochen, dass *S. glacialis* »wahrscheinlich nur ein 7-armiges Individuum des *S. endeca*» ist, und teilt mir auf meine Anfrage hin mit, dass die Identifizierung mit *S. syrtensis* ihm unsicher erscheint. Eine Entscheidung der Frage dürfte erst durch eine erneute Untersuchung des Typenexemplars von *S. glacialis* möglich sein. Gegen die Identität spricht, wie mir scheint, die abweichende Anzahl der Paxillenstacheln; dieser Unterschied würde nach Grieg auf der Jugend des Exemplars beruhen können, an einem noch kleineren Exemplar von *S. syrtensis* aus Nordostgrönland (Kolthoff-Exped. 1900) finde ich jedoch eine bedeutend grössere Stachelzahl (10—17). Für die Identität spricht besonders die Äusserung Grieg's, dass die inneren Furchenstacheln »ebenso gross wie die äusseren» sind; auf der Figur Danielssen & Koren's (1884, Taf. IX, Fig. 4) zeigen sie jedoch nicht die für *S. syrtensis* typische, sehr charakteristische Ausbildung (s. Döderlein 1900).

[2] Nach Mortensen (1910) ist es besonders wegen der ausschliesslich arktischen Verbreitung von *S. »glacialis»* zweifelhaft, ob er mit dem amerikanischen *S. syrtensis* identisch ist. Da aber auch die europäische Form unter boreoarktischen Bedingungen auftritt und jedenfalls äusserst nahe mit der amerikanischen verwandt ist, scheint es mir bis auf weiteres berechtigt, die Identität anzunehmen.

Gegenwärtig finden sich jedoch so viele sicheren Angaben, dass eine Zusammenstellung derselben nicht überflüssig ist. Die Angaben über Funde in borealen Gebieten können als sicher angesehen werden. Unter denjenigen über Funde in arktischen und boreoarktischen Gegenden habe ich folgende unberücksichtigt gelassen: RUIJS 1887 (Karisches Meer), HOFFMANN 1882, BREITFUSS 1903, MICHAILOVSKIJ 1905 (Barentsmeer), SLUITER 1895 (Barentsmeer, Karisches Meer), KNIPOWITSCH 1893, STIEREN 1895 (Weisses Meer), JARZYNSKY 1885, PFEFFER 1890, DERJUGIN 1906, 1912 (Murmanküste), LUDWIG 1900 a (Ostspitzbergen, Murmanküste, Barentsmeer), PFEFFER 1894 (Ostspitzbergen), BIDEN-

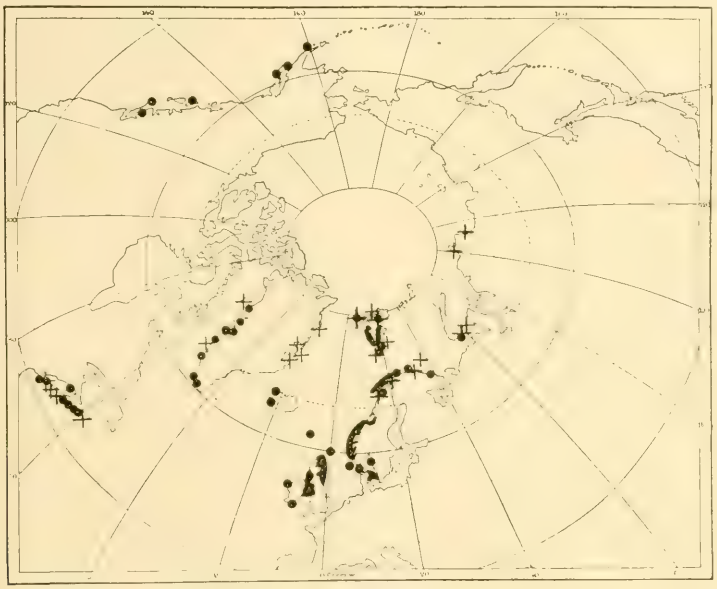


Fig. 12. ● *Solaster endeca*, + *S. syrtensis*.

KAP 1899 (Westfinnmarken), NORMAN 1877, DUNCAN & SLADEN 1878, 1881 (Westgrönland), RANKIN 1901 (Nordwestgrönland), WALKER 1860 (Barrow Strait), STIMPSON 1854, 1854 a, PACKARD 1866, 1876, VERRILL 1866, 1871, 1873, 1874, 1874 a, 1885, SMITH & HARGER 1874, GANONG 1885, 1888, 1890, SLADEN 1889, KINGSLEY 1901, WHITEAVES 1901, SCHMITT 1904 (Ostküste von Nordamerika). — Die unten aufgenommenen Angaben beziehen sich sicher oder fast sicher auf *S. endeca;* die Autoren geben entweder eine hinreichende Beschreibung der ihnen vorliegenden Exemplare oder sie kennen, wie GRIEG und VERRILL (1895), beide Arten.

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: SW. vom Südkap, 114 bis 146 m (DÖDERLEIN 1900); Belsund (Riksmuseum, Stockholm); Eisfjord (s. oben). Nordwestspitzbergen, 475 m (DANIELSSEN & KOREN 1884, vgl. GRIEG 1903); Norwegische Inseln (Riksmuseum). Ostspitzbergen: Vaigatschinseln (Riksmuseum); Storfjord, 41—135 m

(Michailovskij 1902); S. davon, 80 m (Sluiter 1895 [*S. intermedius*, vgl. Grieg 1907]). Beeren Eiland-Bank 64, 329 m (Danielssen & Koren 1884, vgl. Grieg 1903]), 191 bis 138 m (Döderlein 1900).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Karische Pforte, 66 m (Grieg 1910). Murmanküste (Riksmuseum, Stockholm). Ostfinnmarken: Kongsfjord, 100 m Grieg 1907). Westfinnmarken: Öxfjord (boreoarktisch?) (M. Sars 1861; auch Riksmuseum, Stockholm); Balsfjord, 30, 80 bis 90 m (Kiær 1907). — Westgrönland, nördlich bis Upernivik, 35—220 m (Mortensen 1913, ferner Lütken 1857 und Riksmuseum, Stockholm, s. auch Döderlein 1900). — Ostküste von Nordamerika:

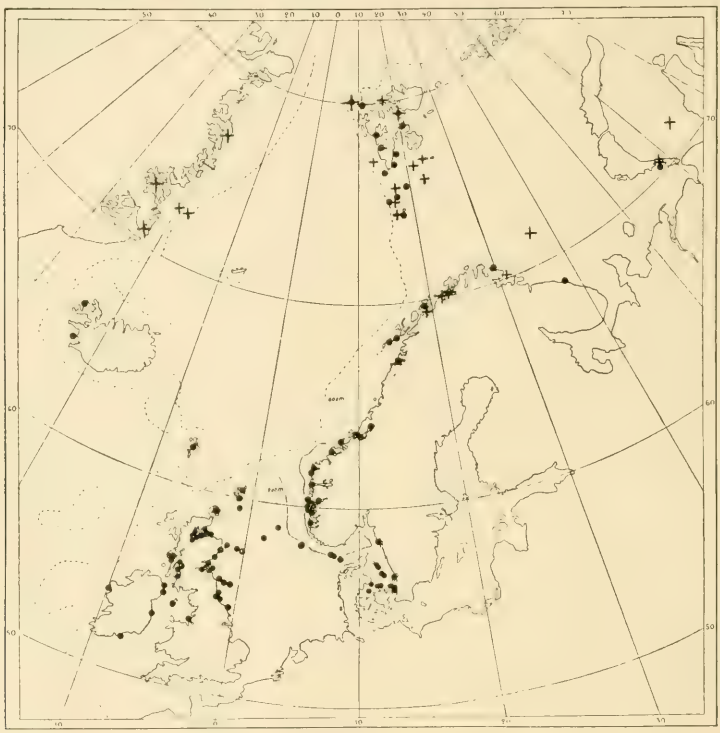


Fig. 13. ● *Solaster endeca*, + *S. syrtensis*.

Bänke vor N. Scotia, 72—270 m; Bay of Fundy, Ebbezone—145 m (Verrill 1895; s. auch Döderlein 1900, Fisher 1911); vor K. Cod, 47 bis 90 m (Verrill 1895), 60 bis 150 m (Fisher 1911) (die letztgenannten Fundorte eher zum warmen Gebiet gehörig).

Boreale Region:

Westküste von Norwegen: Westfinnmarken und Lofotengebiet, 30—70 m und ohne Tiefenangaben (M. Sars 1850, 1861, Danielssen 1861, Sluiter 1895, Bidenkap 1899, Döderlein 1900, Grieg 1903, Noordgaard 1905). Trondhjemsfjord, 9—90, 235 m (Storm 1878, 1879, 1888, ferner Nordgaard 1893, 1912). Kristiansund bis Bukkenfjord, zahlreiche Lokalitäten, 9—70, »0—80» m und ohne Tiefenangaben (Lütken 1857, Danielssen 1859, M. Sars 1861, Kükenthal & Weissenborn 1886, Appellöf 1896, Grieg 1889—1913). Skagerak: Eingang in den Gullmarfjord, Bohuslän (Théel 1907). Kattegatt: Læsö bis Samsö, 20—80 m (Petersen 1889, Petersen & Levinsen 1900, Lütken 1872); Skelderviken und Umgebung, etwa 25 m (Lönnberg 1903, ferner Retzius 1783). Öresund bis Hven (Lütken 1857 a, 1872, Lönnberg 1898 [22 bis 36 m]).

Nordsee: Eingang in den Skagerak und Südrand der Norwegischen Rinne, 53 m (MEISSNER & COLLIN 1894), 100—232 m (SÜSSBACH & BRECKNER 1911). Shetlandinseln (NORMAN 1869, BELL 1892). Orkneyinseln (FORBES 1841). Offene Nordsee, nördlichster Teil; Küste von Schottland und England bis Scarborough, 9—105 bis 134 m (FORBES 1841, MÖBIUS & BÜTSCHLI 1874, LESLIE & HERDMAN 1881, BELL 1883, FULTON 1890—1898, PEARCEY 1902, 1902 a, TESCH 1905, Mar. Biol. Assoc. 1909, SÜSSBACH & BRECKNER 1911, ferner SOWERBY 1806, GRAY 1848, DALYELL 1851, HODGE 1871, M'INTOSH 1875, BELL 1892).

Westküste von Schottland, 22 bis 29—125 bis 144 m (HOYLE 1890, BELL 1892, FULTON 1897, 1898, ferner HENDERSON 1888, SCOTT 1897). Irische See, Süd- und Westküste von Irland (TEMPLETON 1836, FORBES 1839 1841, HASSAL 1842, GRAY 1848, THOMPSON 1844, 1856 [auch »North of Ireland», nicht auf der Karte berücksichtigt], DICKIE 1858, KINAHAN 1859, CHADWICK 1889 [36 m], HERDMAN 1889, 1896 [32 m], 1901, BELL 1892, HOLT 1892 [27 m], NICHOLS 1903, 1912). — [NORMAN 1865: Britische Küsten, nie in der Gezeitenzone.]

Färöer (LÜTKEN 1857). Island, West- und Nordwestküste (HÖRRING 1902, LUNDBECK 1893); ohne nähere Angaben (LÜTKEN 1857, PERRIER 1875).

Ostküste von Nordamerika, unmittelbar südl. von K. Cod (CLARK 1904, 1905).

Pazifisches Gebiet: Südküste von Alaska, Brit. Columbia, 35—428 m (FISHER 1911, ferner VERRILL 1909 [*S. galaxides*], 1909 a [Beringsmeer?, keine Fundangaben]); die nahe verwandte Form *S. stimpsoni* VERR. südlich bis Oregon (s. FISHER). [? Ostküste von Japan. DOFLEIN's (1906) von FISHER übersehene Mitteilung, er hätte *S. endeca* in der Sagami-Bucht (200 bis 400 m) gefunden, kann kaum als sicher betrachtet werden (es handelt sich offenbar um eine vorläufige Bestimmung). Eine Nachuntersuchung ist besonders deshalb nötig, weil eine *S. endeca* habituell nicht unähnliche Art, *S. paxillatus* SLADEN, von der Challenger-Expedition an fast genau derselben Stelle und auch von einer Albatross-Expedition (FISHER 1911) in derselben Gegend gefunden worden ist.]

Bathymetrische Verbreitung.

In arktischen und boreoarktischen Gebieten lebt *S. endeca* zwischen ungefähr 30 und 475 m (s. oben), wahrscheinlich seltener unterhalb von etwa 350 m. An der Ostküste von Nordamerika soll sie schon an der Ebbegrenze vorkommen können. Sonst ist dies nicht der Fall, es ist aber möglich, dass die obere Grenze nicht so tief wie 30 m liegt. An der norwegischen Westküste und an der Küste von Schottland findet man das Tier schon in etwa 10 m Tiefe (im Hardangerfjord soll die Art nach GRIEG in »0—80 m» Tiefe leben; Prof. APPELLÖF hat mir mitgeteilt, dass sie in der Umgebung von Bergen unter abnormen hydrographischen Bedingungen an der Ebbegrenze auftreten kann); an der schwedischen Küste und im ganzen Kattegatt scheint die Art oberhalb von 20 m zu fehlen. Die obere Verbreitungsgrenze kann also in verschiedenen Gegenden, selbstverständlich je nach den hydrographischen Bedingungen der oberen Wasserschichten, etwas verschieden liegen, ein Unterschied in der Vertikalverbreitung zwischen arktischen und borealen Gebieten kann aber nicht nachgewiesen werden.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

S. endeca ist aus keinem rein hocharktischen Gebiet bekannt. In Ostspitzbergen ist die Art viermal gefunden worden, doch nur an Stellen, die von schwachen Golfstromästen erreicht werden. Obgleich sie nirgends sehr gemein ist, scheint mir der Umstand, dass in so weit von einander getrennten Gebieten wie im Eismeer östlich von Novaja Semlja und in Nordostgrönland nicht *S. endeca*, wohl aber *S. syrtensis* gefunden worden ist, kaum auf einem Zufall beruhen zu können, sondern in der Weise erklärt werden zu müssen, dass die Art hocharktische Bedingungen meidet.

Wenn es gilt, eine obere Temperaturgrenze anzugeben, so begegnet man verwickelteren Verhältnissen. In der Nordsee am Rande der Norwegischen Rinne lebt das Tier in Wasser, dessen Temperatur im ganzen Jahre nur zwischen etwa + 6 und 7° wechselt; ziemlich ähnliche Temperaturbedingungen herrschen von einer gewissen Tiefe an

an der norwegischen Küste. In mehreren Gegenden erträgt die Art ein höheres Temperaturmaximum: im Kattegatt (und in Bohuslän) etwa + 15° (s. Cons. perm. 1907 usw.), an der norwegischen Westküste in geringerer Tiefe, sowie an der Ost- und Westküste von Schottland (s. z. B. die Temperaturangaben in FULTON 1897, 1898) etwa + 12°. Im Kattegatt ist die Wintertemperatur sehr niedrig, an der norwegischen Küste (unterhalb von 10 m) und an den Küsten von Schottland sinkt sie kaum unter + 5 bis + 6°.

Herkunft. Nach GRIEG (1907) erreicht *S. endeca* eine bedeutendere Grösse an der nördlichen als an der westlichen Küste von Norwegen. Obgleich die Körpergrösse keine ausschlaggebende Bedeutung für die Frage nach der Herkunft hat, ist es wichtig zu prüfen, ob eine Grössenzunahme nach Norden allgemeine Regel ist; ich stelle die wichtigsten Angaben über die Länge des Armradius zusammen. Eisfjord, 85 mm. MICHAILOVSKIJ 1902: Storfjord, bis 94 mm. Riksmuseum, Stockholm: Spitzbergen ohne Lokalangabe, 130 bis 140 mm; Westgrönland, 145, 130, 115 mm usw.; Öxfjord (Westfinnmarken), 140 mm (M. SARS 1861 erwähnt ein noch grösseres Exemplar von diesem Fjord, R etwa 170 mm). GRIEG 1907, Tromsö Museum: 177, 159, etwa 110 mm. LÜTKEN 1857: Grönland, bis etwa 105 mm. — STORM 1878, Trondhjemsfjord: bis etwa 160 mm. GRIEG 1907, 1910, 1914: norwegisches Westland, bis 125 bzw. 113, 107 mm. Riksmuseum, Stockholm: NW. von Bergen (180 m), 130 mm; Gullmarfjord (Bohuslän); 140, 135, 125, 120, 117, 115 mm. Bell 1892: Britische Küsten, 106, 105, 90 mm. THOMPSON: Irland, Durchmesser 9 *i*, R also etwa 120 mm. Die Art wird also besonders gross im nordwestlichen Norwegen und scheint sowohl nach Norden wie nach Süden hin an Grösse abzunehmen; im Skagerak und Kattegatt wird sie wenigstens ebenso gross wie an arktischen Küsten.

S. endeca laicht in borealen Gegenden ungefähr gleichzeitig mit *S. papposus*, an der norwegischen Küste nach GRIEG (1898) und NORDGAARD (1912) im März und April (schon DALYELL (1851) beobachtete Ende März in einem Aquarium abgelegte Eier).

Da das arktische Verbreitungsgebiet nur die wärmeren Gebiete umfasst und die Art in borealen Gegenden ebenso gemein und kräftig entwickelt ist, kann man meines Erachtens die Möglichkeit fast ganz ausschliessen, dass die Art ursprünglich nur unter arktischen Bedingungen gelebt habe.

Dagegen könnte man sich denken, dass *S. endeca* von der äusserst nahe verwandten arktischen Art *S. syrtensis* stammt. Einige Beweise für diese Annahme können jedoch nicht vorgebracht werden; sicher ist nur, dass die beiden Arten einen gemeinsamen Ursprung haben.

Anhang: Verbreitung von S. syrtensis VERRILL (Fig. 12, 13).

Sibirisches Eismeer: Ost- und West-Taimyr, 27 m (STUXBERG 1882 [*S. endeca* = *S. syrtensis* nach Bestimmung von HJ. ÖSTERGREN]), 28 m (KALISCHEWSKIJ 1907). Karisches Meer, 100 m (LEVINSEN 1886, [*S. endeca*, s. GRIEG 1907, MORTENSEN 1910]); Karische Pforte, 42 bis 75, 127 m (GRIEG 1910 [*S. glacialis*]). — Spitzbergengebiet: W. von Hornsund, 115 m (DÖDERLEIN 1900); Nordwestspitzbergen, 475 m (DANIELSSEN & KOREN 1884 [*S. endeca*, e. p. = *S. syrtensis*, s. GRIEG 1903]); Treurenburg Bay; Hinlopen-Strasse; zwischen Hopen Eiland und Beeren Eiland (Riksmuseum, Stockholm, bestimmt von HJ. ÖSTERGREN); W. von Hopen Eiland, 160 m (DÖDERLEIN 1900), 186 m (KOEHLER 1908 [*S. endeca* var. *glacialis*]); Beeren Eiland-Bank und N. davon, 110 bis 140, 135 bis 188 m (DÖDERLEIN 1900), 280 m (GRIEG 1903, 1907). — Barentsmeer vor der Murmanküste, 271 m (DANIELSSEN & KOREN 1884 [*S. endeca*, s. GRIEG 1903]). Varangerfjord, 200 m (GRIEG 1903, 1907 [*S. glacialis*]). [? Zwischen Beeren Eiland und Westfinnmarken, 349 m (DANIELSSEN & KOREN 1884, *S. glacialis* n. sp.).] [? O. davon, 250 m (SLUITER 1895, *S.*

glacialis).] Westfinnmarken und Lofotengebiet: Kvænangsfjord, 35 bis 54 m (AURIVILLIUS 1886 [*S. endeca*, s. GRIEG 1903], ein Exemplar im Zoolog. Museum zu Uppsala). »Tromsö» ; Beierfjord, 50 m (GRIEG 1903); Balsfjord, etwa 55 m (KIÆR 1907). —[?Trondhjemsfjord, 450 m (STORM 1888, *S. echinatus* n. sp.][? Selbjörnfjord S. von Bergen (GRIEG 1910, *S. glacialis*)].[1] — Nordostgrönland: K. Bismarck, 10 m (MORTENSEN 1910 [*S. glacialis*]); 72° 25' n. Br., 17° 56' w. L., 300 m (ÖSTERGREN 1901; Zoolog. Mus., Uppsala); K. Oscars Fjord, 125 m (schwed. Exped. 1899 [Riksmuseum, Stockholm]); Hurry Inlet, 90 m (MORTENSEN 1904). 72° 29' n. Br., 19° 42' w. L., 252 m (MORTENSEN 1913). Westgrönland: MORTENSEN (1910, s. auch 1913) legt einiges Gewicht darauf, dass alle im Museum zu Köbenhavn aufbewahrte Exemplare zu *S. endeca* gehören und *S. syrtensis* also nur in Nordostgrönland vorkomme; im Reichsmuseum zu Stockholm finden sich jedoch einige von Dr. HJ. ÖSTERGREN bestimmte Exemplare von *S. syrtensis*, die von den schwedischen Expeditionen 1871 und 1883 in der Davis-Strasse (87, 135 m) und in der Baffin Bay (210 m) gesammelt worden sind. — Bänke vor N. Scotia und der Massachusetts Bay, 80—145, 182 m (VERRILL 1894, 1895).

Bathymetrische Verbreitung: 27—475 m.

Aus dem pazifischen Gebiet (sowie von der ganzen Strecke zwischen der Taimyrhalbinsel und Baffin Bay) ist *S. syrtensis* nicht bekannt. *S. dawsoni* VERRILL (s. FISHER 1911; Alaska—Kalifornien) scheint in gewissen Hinsichten eine grosse Ähnlichkeit mit *S. syrtensis* aufzuweisen. Eine Identität zwischen dem typischen *S. dawsoni* und dieser Art ist wohl unwahrscheinlich, ein Vergleich zwischen den arktischen Exemplaren (= MURDOCH's *S. endeca* von Nordalaska) und *S. syrtensis* würde aber von grossem Interesse sein.

Lophaster furcifer (DÜBEN et KOREN).

Das unten erwähnte, von der Michael-Sars-Expedition im Eisfjord gefundene Exemplar wird von GRIEG abgebildet (1907, Textfig. 9). FISHER (1911) findet, dass diese Figur eine grosse Ähnlichkeit mit *L. furcilliger vexator* zeigt; das Tier gehöre möglicherweise derselben Rasse an und sei jedenfalls von *L. furcifer* zu trennen; die typische Form »appears not to be found in this area». Die von uns gefundenen Exemplare zeigen in der Körperform eine gewisse Ähnlichkeit mit dem von GRIEG abgebildeten, obgleich die Winkel zwischen den Armen mehr abgerundet sind, in der dichten Paxillenbekleidung und anderen Hinsichten unterscheiden sie sich aber so scharf von *L. vexator*, dass keine Rede davon sein kann, sie mit dieser Form zu vereinigen. Eine nähere Untersuchung habe ich nicht vorgenommen, da es sich nur um drei Exemplare, davon zwei Jungen, handelt und mir Vergleichungsmaterial von anderen Gegenden fehlt. Jedenfalls muss man unsere Exemplare zu der gewöhnlichen »arktischen Form» von *L. furcifer* rechnen. Da das von GRIEG untersuchte Exemplar aus demselben Fjord stammt und nur äusserst geringfügige Unterschiede aufweist, gehört es zweifellos zu derselben Form.

Fundorte im Eisfjord:

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
99	Nordarm 27.8	197—190 m	190 m: + 0,80°	34,72	Loser Schlamm	Trawl	1 Ex. R 14 mm
120	Dickson Bay . . . . »	98 m	93 m: — 1,63°	34,27	» »	»	1 Ex. R 95 mm
47	Eingang in die Sassen Bay 29.7	97—120 m	wahrsch. VII etwa 0° [82 m: + 1,71°]	34,18	» »	Ottertrawl	1 Ex. R 12 mm

[1] Nach GRIEG (1907) kann kein Zweifel herrschen, dass diese Art mit *S. »glacialis»* identisch ist. MORTENSEN (1910) hat jedoch auf einen Unterschied aufmerksam gemacht, der die Berechtigung dieser Identifizierung zweifelhaft macht. Auch in anderen Hinsichten ist die Beschreibung STORM's so ungenügend, dass die Art vorläufig als zweifelhaft bezeichnet werden muss, obgleich die Grösse der inneren Furchenstacheln auf *S. syrtensis* hinzuweisen

Früherer Fund im Eisfjord:

Michael Sars-Expedition 1901: Green Bay, 140 m, + 1,10°, 1 Ex. (GRIEG 1907).

In der übrigen Literatur ist kein Fund dieser Art aus dem Eisfjord bekannt gemacht. In den Sammlungen des schwedischen Reichsmuseums finden sich keine aus früherer Zeit stammenden Exemplare, dagegen wurden zwei Exemplare von der Nathorst-Expedition 1898 im Eisfjord gefangen: Fjordstamm vor K. Boheman, 40 bis 50 m.

Da *Lophaster furcifer* weder von den älteren schwedischen, noch von den deutschen, noch von den russischen Expeditionen im Eisfjord gefangen worden ist, muss er natürlich dort verhältnismässig selten sein. Unsere Funde zeigen jedoch, dass er gemeiner ist, als man früher glauben konnte (wahrscheinlich gemeiner als *Solaster endeca*, seltener als *S. papposus*).

Wir fanden diese Art ausschliesslich auf reinem Schlammboden. Wenn man alle früheren Funde zusammenstellt, so wird man finden, dass sie nicht selten auf hartem Grund gefangen worden ist, obgleich sie nach den vorliegenden Mitteilungen zu urteilen Schlammboden oder vielleicht besonders gemischten Boden vorzuziehen scheint.

Das von uns in der Dickson Bay gefangene Exemplar ist auffallend gross; es sind früher nur zwei grössere Individuen bekannt (Jan Mayen: R etwas mehr als 100 mm; Belsund: R 125 mm; s. FISCHER 1886, LUDWIG 1900 a; vgl. auch GRIEG 1907).

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 14.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: Offene Küste vom Südkap bis vor dem Eisfjord, 1359, 761 m (DANIELSSEN & KOREN 1884), 115—160 m (DÖDERLEIN 1900); Belsund, 150 m (LUDWIG 1900 a); Eisfjord (s. oben). Nordspitzbergen: offenes Meer, 140, 430 m (LUDWIG 1900 a, KOEHLER 1908). Ostspitzbergen: Nordostküste von Barents und Edges Land, 29—117 m (PFEFFER 1894); Storfjord, 41—139 m (MICHAILOVSKIJ 1902).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer: Osttaimyr und östl. davon, 27—61 m (STUXBERG 1882, KALISCHEWSKIJ 1907). Karisches Meer und Karische Pforte, 54—144 m (STUXBERG 1878, 1882, 1886, LEVINSEN 1886, RUIJS 1887, GRIEG 1910, ferner SLUITER 1895). Barentsmeer, nordöstlicher Teil bis Franz Josephs Land, 110—280 m (SLUITER 1895, MICHAILOVSKIJ 1905). Murmanküste? (KNIPOWITSCH 1900 [russisch!]). — Vor Nordland, Norwegen, 827 m (DANIELSSEN & KOREN 1884). Färö-Shetland-Kanal, 690, 1089 m (SLADEN 1889, BELL 1892). Färö-Island-Rücken, 450 m; O. von Island, 550—650 m (GRIEG 1907, KOEHLER 1908). — Jan Mayen (FISCHER 1886), SW. davon, 481 m (DANIELSSEN & KOREN 1884). Nordostgrönland, nördlich bis 72° 27′ n. Br., 90—450 m (MORTENSEN 1904, 1913); 74° 35′ n. Br., 150 m (Schwed. Exped. 1900 [Zool. Mus., Uppsala]). — Westgrönland ohne Lokalangabe (MORTENSEN 1913; 1 Exemplar, sich *L. furcilliger* FISHER anschliessend). — Ellesmere Land, 144 m (DUNCAN & SLADEN 1877, 1878, 1881). Jones Sund, 40, 40 bis 6 m (GRIEG 1907 a). — Ostküste von Nordamerika: Golf von St. Lawrence, 124 m (WHITEAVES 1872); vor N. Scotia, 420 m (FISHER 1911, ferner VERRILL 1885); Georges Bank, Gulf of Maine, 270 m (VERRILL 1873, 1874, 1878, 1885, 1895 [auch »several Stations from N. Lat. 47° 40′ to 40° 1′»], SMITH & HARGER 1874).

Boreale Region:

Westküste von Norwegen: Trondhjemsfjord (und Beitstadfjord), 90—450 m (STORM 1878, 1879, 1888, ferner NORDGAARD 1893, STORM 1901). 62—59° n. Br.: Nordfjord; Strömfjord, 180 m; Fjorde in der Umgebung von Bergen, 54 bis 90, 108 bis 144, 144 m (M. SARS 1861, GRIEG 1891, 1896, 1898, ferner DÜBEN & KOREN 1846); Hardangerfjord, 100 bis 250, 200 bis 600 m (GRIEG 1914); Lysefjord bei Stavanger, 415 m (NORDGAARD 1912).

scheint. — Wenn der Fund im Trondhjemsfjord auch wegen der geographischen Lage als zweifelhaft bezeichnet werden muss, so gilt dasselbe in noch höherem Grade von dem Fund im Selbjörnfjord. Wenn *S. endeca* und *S. syrtensis* überhaupt zwei distinkte Arten oder Unterarten sind, erscheint das Auftreten der letzteren so weit südlich so bemerkenswert, dass die kurze Notiz GRIEG's (ein kleines Exemplar, keine Angaben über den Bau) eine Bestätigung erfordert.

Im pazifischen Gebiet leben zwei mit *L. furcifer* verwandte Formen: *L. furcilliger* FISHER: Alaska-Halbinsel bis Galapagos-Inseln (inkl. *Sarkaster validus* LUDWIG), 345—1980 m; *L. furcilliger vexator* FISHER; südlichster Teil des Beringsmeeres bis Kalifornien, 135—630m (s. die Karte Fig. 14); die erstere ist eine Tiefenform, die in seichterem Wasser in *vexator* übergeht; diese ihrerseits steht *L. furcifer* nahe, obgleich keine Übergangsformen nachgewiesen sind (s. FISHER 1911). Wie schon oben bemerkt wurde, ist FISHER der Ansicht, dass *L. furcilliger vexator* »probably westward to Spitzbergen» verbreitet ist. Dies ist jedoch nicht nachgewiesen oder wahrscheinlich gemacht; überhaupt ist es gegenwärtig aussichtslos, über die Beziehungen der pazifischen Formen — welche, wie MORTENSEN (1913) bemerkt, wohl beide kaum mehr als »Varietäten» (oder Subspecies) von *L. furcifer* sind — zur arktischen und zur europäisch-borealen Form Klarheit zu gewinnen. Was die beiden letzteren betrifft, so muss man sie bis auf weiteres als eine einheitliche, obgleich — auch innerhalb der arktischen Region — ziemlich stark variable Art auffassen.

Fig. 14. ● *Lophaster furcifer*; + *L. furcilliger*; ○ *L. furcilliger vexator*.

Vom arktischen Teil des pazifischen Gebiets ist *L. furcifer* nicht mit Sicherheit bekannt. MARENZELLER (1903) erwähnt einen Fund im Japanischen Meer in 1000 bis 1200 m Tiefe. Da FISHER vom pazifischen Gebiet nur die besprochenen abweichenden Formen kennt, muss die systematische Stellung der japanischen Form als unsicher bezeichnet werden. Da der Fundort rein arktische Bedingungen aufweisen muss, ist es denkbar, dass der typische arktische *L. furcifer* vorliegt; jedenfalls würde aus diesem Grund eine nähere Untersuchung ein besonderes Interesse darbieten.

Bathymetrische Verbreitung.

Die Vertikalverbreitung umfasst in der arktischen Region die Tiefen zwischen 27 und 1359 m; die Art ist gemein wenigstens zwischen ungefähr 40 und mehr als 800 m (s. oben). (Vielleicht ist sie am häufigsten unterhalb von 100 oder wenigstens 80 m.) In der borealen Region des Nordmeeres liegen die Fundorte zwischen ungefähr 100 und 450 m.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Wenn man die arktischen Fundorte für *L. furcifer* durchmustert, so findet man, dass die allermeisten in mehr oder weniger hocharktischen Gegenden liegen: Sibirisches

Eismeer, Karisches Meer, nordöstlichster Teil des Barentsmeeres, Nord- und Ostspitzbergen, tiefe Area des Nordmeeres, Nordostgrönland, arktisches Nordamerika. Besonders auffallend ist, dass die Art an der nördlichen Küste Skandinaviens und, abgesehen von einem einzigen Fund von unbekannter Lage, an der ganzen Küste von Westgrönland nicht gefunden worden ist. Wenn man ferner sieht, dass unsere drei Funde im Eisfjord in der kalten Wasserschicht gemacht wurden, so würden, wenn die Art nur in der arktischen Region vorkäme, starke Gründe vorliegen, sie zu dem vorwiegend hocharktischen Element der Fauna zu rechnen. Indessen lebt sie regelmässig an der borealen Küste Norwegens. Auch wenn diese Form eine selbständige Rasse bilden sollte, was nach den von GRIEG (1907) gefundenen kleinen Unterschieden nicht ganz ausgeschlossen erscheint, so würde es ein wohl einzig dastehender Fall sein, dass weder die arktische noch die boreale Form in niederarktischen und boreoarktischen Gegenden zu finden wäre.

In der borealen Region erträgt die Art jedenfalls bedeutend wärmeres Wasser. Besonders bemerkenswert ist das häufige Vorkommen im Trondhjemsfjord (STORM fand in drei Sommern etwa 100 Exemplare), wo die Wassertemperatur in den von dem Tier bewahrten Tiefen im ganzen Jahr nur zwischen + 6,5 und 7° wechselt (s. NORDGAARD 1913). An den südlicheren Fundorten steigt die Temperatur wohl teilweise ganz unbedeutend höher. In wärmerem Wasser lebt die Art nie; dass es sich hierbei um eine direkte Abhängigkeit von den Temperaturverhältnissen handelt, geht aus der unter borealen Bedingungen veränderten Vertikalverbreitung hervor; die obere Verbreitungsgrenze ist ja dort von ungefähr 30 bis zu 100 m nach unten verschoben.

Eine Untersuchung der Verbreitung und Verbreitungsbedingungen gibt das Ergebnis, dass diese Art ganz überwiegend arktisch — wenn man so will ursprünglich arktisch — ist. Wie GRIEG bemerkt, wird sie grösser unter arktischen Bedingungen (meist R bis 70 —etwa 100 mm, ein Exemplar bis 125 mm; in der Umgebung von Bergen bis 38 mm); im Trondhjemsfjord erreicht sie jedoch eine Grösse (R bis 85 mm), die in arktischen Gegenden nur ausnahmsweise übertroffen wird. Noch wichtiger ist die Tatsache, dass das boreale Verbreitungsgebiet von so geringer Ausdehnung ist und dass die Art südlich vom Trondhjemsfjord äusserst selten ist. Dass sie in dem + 6,5 bis 7° warmen Wasser dieses Fjords gemein vorkommt und offenbar ungefähr ebenso gut gedeiht wie unter arktischen Bedingungen, spricht eher für die arktische Herkunft. Wenn die Art wirklich ursprünglich an eine so hohe Temperatur angepasst wäre, müsste sie unbedingt auch südlich davon gemeiner sein und weiter südwärts vordringen. Der Trondhjemsfjord aber bietet, wie mehrere Beispiele zeigen, trotz der borealen Temperaturverhältnisse arktischen Tieren besonders günstige Lebensbedingungen dar.

Pteraster militaris (MÜLL.).

Fundort im Eisfjord:

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
49	Sassen Bay, Bank 31.7 vor dem Eingang in die Gips Bay	19—28 m	[+ 2 bis + 3°]x	—	Stein, Kies und Schalen mit *Lithothamnion*	Trawl	2 Ex. R. 11, 3,5 mm

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwed. Exped. 1861: Eisfjord ohne nähere Angaben, 1 Ex. (Riksmuseum, Stockholm). Schwed. Exped. 1900: Green Bay, 10 bis 80 m, Stein, 2 Ex. (Zool. Mus., Uppsala). Olga-Exped. 1898: Eingang in die Green Bay, 145 bis 180 m, Schlamm (Döderlein 1900).

Pteraster militaris gehört im Eisfjord zu den selteneren Echinodermen, oder tritt wenigstens, wie überall, stets vereinzelt auf. Wenigstens in vielen Gegenden scheint er hauptsächlich auf mehr oder weniger hartem Boden zu leben (s. z. B. Storm 1878, 1888), mehrere frühere Funde zeigen jedoch, dass er auch auf reinem Schlammgrund vorkommen kann.

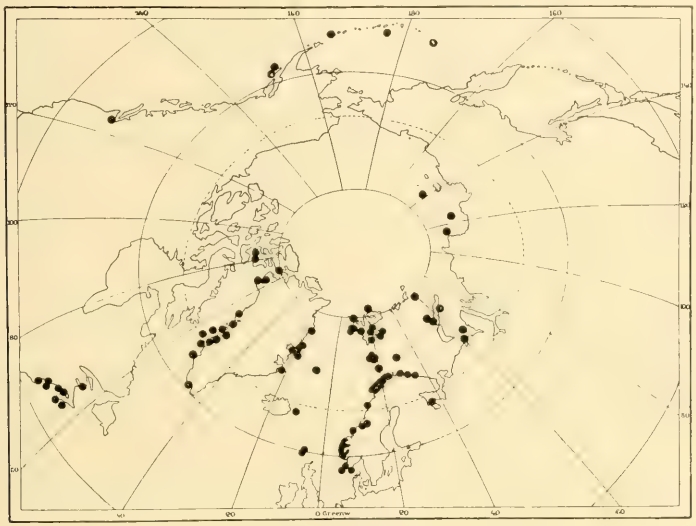


Fig. 15. *Pteraster militaris.*

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 15.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: Eisfjord (s. oben); W. von Pr. Charles Foreland, 199 m (Danielssen & Koren 1884). Eingang in die Kings Bay, 36 bis 140 m (Döderlein 1900); N. von Pr. Charles Foreland, 100 m (Schwed. Exped. 1900 [Zool. Mus., Uppsala]). Nordspitzbergen: N. von Nordwestspitzbergen, 430 m (Koehler 1908); Ross-Insel, 85 m (Ludwig 1900 a). Ostspitzbergen: Storfjord, Thymen-Strasse und Edges Land, 41—93 m (Pfeffer 1894, Ludwig 1900 a, Michailovskij 1902). Beeren Eiland-Bank, 84—165 bis 210 m (Döderlein 1900).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer N. von den Neusibirischen Inseln und O. von Taimyr, 35—64 m (Stuxberg 1882, Kalischewskij 1907). Karisches Meer, 108 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886), 21 m (Levinsen 1886), 153 m (Ruijs 1887). Barentsmeer: nordöstlicher Teil und N. von Ostfinnmarken, 80—324 m (Marenzeller 1877, Hoffmann 1882, Sluiter 1895 [ohne genaue Lokalangaben], Breitfuss 1903, Michailovskij 1905). Weisses Meer (Knipowitsch 1893, Stieren 1895). Murmanküste, 120 bis 200 m (Awerinzew 1909), ohne Tiefenangaben (Jarzynsky 1885, Pfeffer 1890, Derjugin 1906, 1912). Ostfinnmarken: Varangerfjord, 108 m (M. Sars 1861, Danielssen 1861); Eingang in den Porsangerfjord (Grieg 1903, Nordgaard 1905). Westfinnmarken, kalte Fjorde, 54—108 m (Aurivillius 1886, Bidenkap 1899, 1899 a, Grieg 1903, Nordgaard 1905, Kiær 1907). Zwischen Westfinnmarken und Beeren Eiland, 394 m (Koehler 1908). — Abhang des Nordmeerbeckens nördl. vom Eingang der Norwegi-

schen Rinne, 763 (Danielssen & Koren 1884). Färö-Shetland-Kanal, 1090 m (var. *prolata* Slad.) (Sladen 1883 1889, Bell 1899). — Jan Mayen, 100 m (Fischer 1886). Nordostgrönland: 69° 44′ n. Br., 210 m; 76 3/4 n. Br., 10 bis 20 m (Mortensen 1904, 1910); Eingang in den Franz Josephs Fjord; SO. der Walross-Insel; SO. der Pendulum-Insel; 73° 55′ n. Br.; 72° 25′ n. Br.; 80 bis 100—300 m (Schwed. Exped. 1900 [Zool. Mus., Uppsala]). — Westgrönland, 20 bis 30—460 m (Norman 1877, Duncan & Sladen 1881, Holm 1889, Mortensen 1913, ferner Lütken 1857). Nordwestgrönland, 54 bis 72 m (Rankin 1901). Ellesmere Land, 54 m (Duncan & Sladen 1877, 1878, 1881). Jones Sund, 54 bis 90, 72 bis 11 m (Grieg 1907 a). — Ostküste von Nordamerika: Golf von St. Lawrence (Whiteaves 1874); N. Scotia bis K. Cod, 18—90, 153, 180—230 m (Stimpson 1853, Verrill 1866, 1871, 1874, 1874 a, 1885, 1895, Smith & Harger 1874, Sladen 1889, Clark 1905, ferner Ganong 1890, Fewkes 1891, Kingsley 1901, Fisher 1911). — (Beringsmeer, nur südlicher Teil, s. unten.)

Boreale Region:

Westküste von Norwegen: Westfinnmarken und Lofoten, 36—72 (—180) m (M. Sars 1850, 1861, Bidenkap 1899 a), 300—(bis?) 500 m (Grieg 1903 [293 m: Danielssen & Koren's *Retaster multipes*], Nordgaard 1905) (ferner Danielssen & Koren 1884, Sluiter 1895, s. auch M'Andrew & Barrett 1857). Trondhjemsfjord (und Beitstadfjord), 35—270 m (Storm 1878, 1879, 1888, 1901, ferner Nordgaard 1893). Kristiansund, 55 bis 110 m (Danielssen 1859). Westland, zahlreiche Fjorde (Nordfjord bis Hardangerfjord), 54—180, 100 bis 400 m und ohne genauere Angaben (Koren & Danielssen 1856, M. Sars 1861, Grieg 1891, 1896, 1898, 1912, 1914, Appellöf 1892, Nordgaard 1905). Eingang in den Bömmelfjord, 190 m (Möbius & Bütschli 1875). — Norwegische Rinne, mittlerer Teil, und Nordsee am Rand der Rinne, 343 m (Koehler 1908), 210, 103 m (Süssbach & Breckner 1911, s. auch Appellöf 1912). — Atlantisches Meer am Abhang des W. Thomson-Rückens, 950 m (Sladen 1883, 1889, Bell 1892, s. auch W. Thomson 1873).

Pazifisches Gebiet: Beringsmeer: ohne Fundortsangabe (Ludwig 1886 [*P. aporus*, s. Fisher 1911]); südlicher Teil, 620 m (auf der Grenze zur arktischen Region, Wassertemp. +3,39°); Aleuten, 74—125 m; Südküste von Alaska, 92 m; Straits of Fuca, Washington, 180 m (Fisher 1911).

Bathymetrische Verbreitung.

Pteraster militaris ist aus Wasser von weniger als etwa 20 m Tiefe nicht bekannt (s. oben; wenn er zwischen 10 und 20 m gedredgt worden ist, soll man natürlich nicht, wie es z. B. Mortensen [1913] tut, 10 m als obere Grenze angeben). In der arktischen Region erstreckt sich die Verbreitung von dieser Grenze an bis ungefähr 1100 m. Oberhalb von 40 oder 35 scheint er überall selten zu sein, wie auch Ludwig (1900 a) andeutet. Die Behauptung desselben Autors, dass er meist auf die Tiefen oberhalb von 200 m beschränkt sei, wird dagegen durch mehrere Funde bis zu 300 m und mehr widerlegt; noch in 500 m Tiefe scheint das Tier nicht gerade selten zu sein.

In der borealen Region ist die Art nie in geringerer Tiefe als etwa 40 m, meist noch etwas tiefer, gefunden worden.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Nach Grieg (1896, 1903) ist *P. militaris* eher eine »subarktische» oder »boreoarktische» als eine arktische Art. Dieser Ausdruck sollte wohl bedeuten, dass die Art ihre Hauptverbreitung in den boreoarktischen und angrenzenden Gebieten habe; vielleicht will Grieg damit nur eine ganz andere Tatsache betonen, die kräftige Entwicklung in der borealen Region. Jedenfalls wird durch das Vorkommen in allen näher untersuchten hocharktischen Gegenden bewiesen, dass *P. militaris* nicht »subarktisch» in dem Sinne ist, dass er die kälteren Gebiete der Polarregion meidet.

Am borealen Teil der norwegischen Küste lebt die Art, wie die beschränkte Vertikalverbreitung erweist, überall in Wasser von wenig wechselnder Temperatur; das Maximum kann bei ungefähr + 7° angesetzt werden.

Bei der Erörterung der Frage, ob das Leben unter borealen Bedingungen ursprünglich ist oder nicht, muss man folgende Tatsachen in Betracht nehmen: 1. Die Art ist kaum

seltener in ihrem borealen als in ihrem arktischen Verbreitungsgebiet; an der norwegischen Küste wird sie zwar nur ziemlich spärlich und vereinzelt gefangen, doch gilt dasselbe auch vom arktischen Gebiet; im Eisfjord z. B. ist sie ja trotz zahlreicher Dredgungen in älterer und neuerer Zeit nur 4 mal angetroffen worden. 2. Nach M. SARS (1861) ist die Körpergrösse geringer in südlichen Gegenden. GRIEG (1896) erwähnt jedoch ein im Hjeltefjord bei Bergen gefundenes Exemplar von sehr bedeutender Körpergrösse (R 58 mm). Dass diese Grösse, wie der erwähnte Autor hervorhebt, in der arktischen Region kaum übertroffen wird, geht aus den folgenden Angaben über die maximale Länge des Armradius bei arktischen Exemplaren hervor: SLADEN 1889, Färöer-Kanal: 58 oder 60 mm; GRIEG 1896, Nordmeerexpedition: 56 mm; MICHAILOVSKIJ 1902, Storfjord: 55 mm; Kolthoff-Exped. 1900, Nordostgrönland: 62 mm. In der Regel sind die südnorwegischen Exemplare zwar bedeutend kleiner, da aber die Art im warmen Teil des pazifischen Gebietes (südlich von den Aleuten, Washington) eine sehr bedeutende, sonst nie beobachtete Grösse erreicht (R bis 75 mm, FISHER 1911), können die Grössenverhältnisse nicht für eine arktische Herkunft angeführt werden. 3. Das boreale Verbreitungsgebiet hat eine geringe Ausdehnung. 4. Die Art fehlt dort ganz oberhalb von 40, meist 75 m.

Die Fortpflanzungszeit ist nicht näher bekannt, scheint aber kaum für eine arktische Herkunft zu sprechen; KOREN & DANIELSSEN (1856) fanden nämlich an der norwegischen Westküste am 9. August 1852 Junge in verschiedenen Entwicklungsstadien im Brutraum (bei Tromsö fand M. SARS [1861] Junge Mitte Juli).

Unter diesen Umständen hat man kein Recht anzunehmen, dass die Art ursprünglich mehr rein arktisch gewesen sei, wenn diese Möglichkeit auch nicht ausgeschlossen erscheint.

Pteraster obscurus (PERRIER).

Fundort im Eisfjord:

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenkeit	Gerät	Anzahl und Grösse
120	Nordarm, Eingang in die Yoldia Bay . . 14.8	70—93 mm	85 m: + 0,68°	34,25	Zäher und fester Schlamm mit vielen Steinen	Trawl	1 Ex. R 33 mm

Diese Art war früher nicht aus dem Eisfjord bekannt. Es ist eine stets vereinzelt lebende und daher nie häufig angetroffene Art, da sie aber in der Regel auf schlammigem — möglicherweise gemeiner auf mehr oder weniger sandigem — Boden lebt und im Eisfjord besonders von uns so zahlreiche Dredgungen auf solchem Grund vorgenommen wurden, erhält man den Eindruck, dass sie auf den offenen Küstenbänken häufiger ist als im Eisfjord und anderen Fjorden.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 16.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: SW. vom Südkap, vor dem Hornsund, 115—160 m (DÖDERLEIN 1900); Eisfjord (s. oben). Ostspitzbergen: Storfjord, 70, 131 bis 139 m (MICHAILOVSKIJ 1902). Zwischen Hopen Eiland und dem Südkap, 160 m (DÖDERLEIN 1900). Beeren Eiland-Bank und N. davon, 165—197 m (DÖDERLEIN 1900, GRIEG 1903).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Ostfinnmarken: Varangerfjord, 180 bis 216 m (Grieg 1903), ohne Tiefenangabe (M. Sars 1861 [*P. pulvillus;* Döderlein (1900) hat darauf aufmerksam gemacht, dass einige der Figuren von Sars sich auf *P. obscurus* beziehen; dies gilt ohne den geringsten Zweifel von dem Tier von Vadsö, dagegen scheint mir dasjenige von Hammerfest, in Fig. 4 und 5, Taf. VII abgebildet, nicht hieher zu gehören]). N. von Nordkap, 300 m (Temp. + 3,09°) (Grieg 1903). Zwischen Beeren Eiland und Westfinnmarken, 394 m (Koehler 1908). — Nordostgrönland: 74° 30′ n. Br., 18° 40′ w. L., 80 bis 100 m; 73° 55′ n. Br., 19° 20′ w. L., 150 m (Schwed. Exped. 1900 [Zool. Mus., Uppsala; s. auch Östergren 1901]); Hurry Inlet, 90 m (Mortensen 1904). Westgrönland: Waigat-Strasse, 450 m (Mortensen 1913). —Ostküste von Nordamerika: Newfoundland-Bank, 155 m (Perrier 1896), 102 m (Verrill 1894, 1895 [*Temnaster hexactis* n. sp.]), 1899).

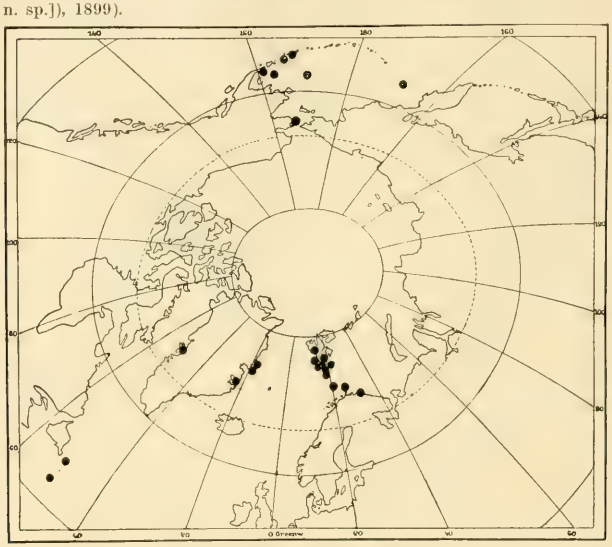


Fig. 16. *Pteraster obscurus.*

Pazifisches Gebiet: Beringsstrasse, 30 m; Beringsmeer bis an die Aleuten und die Kommandeur-Inseln, 47—104 m (Fisher 1911).

Bathymetrische Verbreitung.

Im Nordmeer und im westgrönland-nordamerikanischen Gebiet liegen alle Fundorte zwischen 70 und 450 m; im Beringsmeer ist das Tier jedoch bis zu 30 m hinauf gefunden worden.

Thermopathie.

Im Nordmeer ist *P. obscurus* wiederholt in Wasser von negativer Temperatur beobachtet worden. Nach der allerdings wenig bekannten Verbreitung zu urteilen, ist er ebenso gemein in Wasser von niedrig positiver Temperatur. Im südlichen Teil des Beringsmeers tritt er auch in wärmerem Wasser auf (wie es scheint bis zu etwa + 5°). Da die Verbreitung auch hier auffallend beschränkt ist (nicht an der Südküste von Alaska), ist es kaum zweifelhaft, dass es sich nur um eine vorübergehende Temperaturerhöhung handelt.

Henricia sanguinolenta (Müll.).

Syn. *Cribrella oculata* (Linck).

Da wir von dieser Art nur wenige und kleine Exemplare erbeuteten, habe ich keine Untersuchung über die Variabilität innerhalb des erforschten Gebietes vornehmen können. Die beiden grössten Exemplare gehören zu der von Michailovskij und Mortensen beschriebenen, weiter unten besprochenen f. *scabrior;* die kleineren Exemplare müssen nach dem Bau und der Anordnung der Abactinalstacheln zur Hauptform gerechnet werden (die Adambulacralstacheln stehen jedoch teilweise in einfachen Reihen).

Fundorte im Eisfjord:

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
119	Eingang in die Dickson Bay 26.8	44—14 m	—	—	Strauchförmiges *Lithothamnion* auf Schlammboden	Kl. Dredge	4 Ex. R 16, 10,6,2,6 mm, r 4,5, 3,2, 2,5 mm
47	Eingang in die Sassen Bay 29.7	97—120 m	warhsch.VIIetwa 0°[82m: +1,71°]	(34,18)	Loser Schlamm	Ottertrawl	1 Ex. R. 15, r 4 mm
49	Sassen Bay, Bank . 31.7	19—28 m	[+ 2 bis + 3°]X	—	Steine, Kies und Schalen mit *Lithothamnion*	Trawl	1 Ex. R 7,2, r 2,5 mm

Früherer Fund im Eisfjord:

Heuglin'sche Exped. 1870: Advent Bay ohne nähere Angaben, I kleines Exemplar (Lütken 1871 b, Heuglin 1874).

Vor unserer Expedition musste man glauben, dass diese in den meisten arktischen Gegenden gemeine Art im Eisfjord äusserst selten wäre, da sie früher dort nur einmal und von keiner der neueren Expeditionen gefunden worden ist. Unsere Funde zeigen, dass sie nicht so selten ist; wenn wir mehr an härterem Boden gedredgt hätten, würden wir sie zweifellos öfter gefunden haben. Die Art tritt nämlich zwar auf jeder Art von Boden auf, und schon das Vorkommen in der grossen Meerestiefe zeigt, dass sie auch auf Schlammboden leben kann, doch dürfte sie sicher mehr oder weniger harten Grund bevorzugen und losen Schlammboden meiden; am gemeinsten ist sie vielleicht auf sandigem sowie auf verschiedenen Arten von gemischtem Boden. Daher ist es auch möglich, dass sie im Eisfjord in der Regel nicht viel tiefer, als sie von uns gefunden wurde, hinabsteigt, obgleich sie sonst noch in sehr viel grösseren Tiefen gemein sein kann.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 17, 18.)

Henricia sanguinolenta ist bekanntlich eine äusserst variable Art. Im pazifischen Gebiet hat Fisher (s. unten) ausser einigen, wie es scheint, mehr selbständigen Species zwei Unterarten unterschieden, von welchen nur die eine in der arktischen Region gefunden worden ist. Auf der atlantischen Seite ist eine ähnliche Revision noch ein Desideratum; die Untersuchungen Fisher's zeigen, dass dabei ein ausserordentlich grosses Material nötig ist, um auch nur zu provisorischen Resultaten zu gelangen. Eine einfache Zerlegung in eine arktische und eine boreale Unterart wird sicher nicht gelingen. Da-

gegen ist es — abgesehen von der Möglichkeit, dass besondere südliche Formen existieren — nicht unwahrscheinlich, dass die von MICHAILOVSKIJ (1902) beschriebene, unabhängig von seiner Arbeit von MORTENSEN (1904) geschilderte f. *scabrior* eine nur in der arktischen Region lebende »Form» ist; der letztere Autor und GRIEG haben sich gleichzeitig (1910) in diesem Sinne ausgesprochen. Die Auffassung GRIEG's, die typische Form (die »f. *laevior*» MICHAILOVSKIJ's) sei eine Warmwasserform (»appartenant à l'aire chaude») ist jedoch irrig. MORTENSEN (1910) hat schon darauf aufmerksam gemacht, dass beide Formen in der »kalten Region» vorkommen (dies geht auch aus den Angaben MICHAI-

Fig. 17. *Henricia sanguinolenta.*

LOVSKIJ's hervor, die von ihm untersuchten Gegenden sind jedoch nicht oder nicht rein hocharktisch); in dem mir zur Verfügung stehenden Material von Nordostgrönland (Kolthoff-Expedition) sind beide Formen repräsentiert (f. *scabrior:* St. 16, 17, 18; 12 bis 35—300 m; f. *»laevior»*: St. 19, 20, 21; 150—250 m). — In bezug auf die von FISHER in erster Linie gebrauchten Merkmale sei ganz nebenbei bemerkt, dass unter allen von mir beobachteten arktischen Exemplaren diejenigen der »f. *laevior*» regelmässig angeordnete, diejenige der f. *scabrior* undeutliche Marginalplatten besitzen. Unter borealen Exemplaren findet man diese beide Typen, wie überhaupt die Variationsverhältnisse dort fast noch komplizierter sind. Jedenfalls kommt die typische »f. *laevior*» der arktischen Gewässer auch in der borealen Region vor; einige dem Zoologischen Museum gehörige Exemplare vom Trondhjemsfjord (100 bis 200 m, von Dr. DJ. ÖSTERGREN gesammelt) stimmen in allen Hinsichten gut mit Exemplaren von Nordostgrönland überein.

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: Südkap bis Eisfjord, 128—160, 761, 1359 m (Danielssen & Koren 1884, Döderlein 1900); Eisfjord (s. oben). Nordwestspitzbergen, 40, 45, 475, 839 m (Hoffmann 1882, Danielssen & Koren 1884, Döderlein 1900). Nordspitzbergen: N. vom Nordostland, 40, 497, 1000 m (Ludwig 1900 a, Michailovskij 1902). Ostspitzbergen (s. Fig. 18), 25—139 m (Pfeffer 1894, Ludwig 1900 a, Michailovskij 1902). Beeren Eiland-Bank, 84—329 m (Danielssen & Koren 1884, Döderlein 1900, Michailovskij 1902).

Fig. 18. *Henricia sanguinolenta.*

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirische Nordküste: Ost- und Westtaimyr, 27, 28 m (Stuxberg 1882, 1886, Kalischewskij 1907). Karisches Meer, 52 Fundorte 43—156 m (Ruijs 1887); Karische Pforte, 127—135 m (Grieg 1910). Jugor schar, Matotschkin schar, 18, 18 bis 25 m (Stuxberg 1878, 1886). Barentsmeer, bis Franz Josephs Land, 26, 110—395 m (Hoffmann 1882, Danielssen & Koren 1884, Sluiter 1895, Ludwig 1900 a, Breitfuss 1903, Michailovskij 1905). Weisses Meer, Murmanküste, 8—88 m (Brandt 1851, Jarzynsky 1885, Pfeffer 1890, Knipowitsch 1893, Stieren 1895, Ludwig 1900 a, Derjugin 1906, 1912, Awerinzew 1909). Ostfinnmarken, 175, 232, 413 m (Danielssen & Koren 1884, Michailovskij 1905, ferner M. Sars 1861, Norman 1903). Westfinnmarken und Lofoten (s. unten). Zwischen Westfinnmarken und Beeren Eiland, 349—408 m (Danielssen & Koren 1884, Koehler 1908 [*C. oculata*(!)]). — Abhänge und Tiefe des Nordmeerbeckens: Vor der norwegischen Küste, 640—827, 1134, 2030 m (Danielssen & Koren 1884); Färö-Shetland-Kanal, 620—690 m (Sladen 1889, Bell 1892, auch W. Thomson 1873); O. von Island, 547, 2127 m (Danielssen & Koren 1884), 268, 860 bis 993 m (Schmidt 1904). — Jan Mayen, 481 m (Danielssen & Koren 1884), 279 m (Mortensen 1904). Nordostgrönland, nördlich bis 73 $^{3}/_{4}$° n. Br., 10 bis 20—200 bis 250 m (Mortensen 1904, 1910, 1913), 12 bis 35—300 m (Schwed. Exped. 1900 [Zool. Mus., Uppsala]; Lokalitäten: SO. der Walross-Insel und SO. der Pendulum-Insel, 80 bis 100, 150 m [St. 18, 19], vor dem Franz Josephs Fjord, 250 m (St. 21), 73° 55′ n. Br., 19° 20′ w. L., 150 m [St. 20], 72° 25′ n. Br., 17° 56′ w. L., 300 m [St.

16]). Südostgrönland, 45 bis 54 m; Danmark-Strasse, 594, 995 m (Mortensen 1913). Westgrönland, 12,5—1100 m (s. Mortensen 1913, ferner Lütken 1857, Duncan & Sladen 1881, Holm 1889, Vanhöffen 1897; Fabricius 1780 [*Ast. spongiosa*]). Nordwestgrönland, 27 bis 36—63 m (Rankin 1901). — Ostküste von Nordamerika: Nordostküste von Labrador und Golf von St. Lawrence, 2 bis 9—18 bis 27 m und ohne Tiefenangaben (Packard 1863, 1866, Bush 1884, Whiteaves 1901); O. von Newfoundland, 155 m (Perrier 1896); N. Scotia bis K. Cod, Küste und Bänke, Ebbegrenze bzw. 2 m—270 m (Verrill 1866, 1871, 1874, 1874 a, 1885, 1895, Smith & Harger 1874, ferner Stimpson 1853, 1854, Perrier 1875, Verrill & Rathbun 1881, Fewkes 1891, Kingsley 1901).

Pazifisches Gebiet und angrenzende Teile des Eismeers: Nordküste von Alaska (Murdoch 1885, Fisher 1911). Nordküste von Sibirien, 16 bis 27 m (Stuxberg 1882). Beringsstrasse (Fisher 1911), Metschigmenbai an der Beringsstrasse, 9 bis 22 m (Ludwig 1886).

Boreale Region:

Westküste von Norwegen: Westfinnmarken und Lofotengegend, sowohl warmes wie kaltes Gebiet, 10—300 m (Hoffmann 1882, Danielssen & Koren 1884, Aurivillius 1886, Bidenkap 1899, 1899 a, Döderlein 1900, Michailovskij 1902, Grieg 1903, Nordgaard 1905, Klær 1907, ferner M. Sars 1850, 1861, Lilljeborg 1851, Sluiter 1895) Küstenplateau weiter südlich, 179—440 m (Danielssen & Koren 1884, Koehler 1908). Fjorde und Küste, Trondhjemsfjord bis Bukkenfjord, Laminiariazone — 360 bis 540 m (M. Sars 1846, 1861, Danielssen 1859, G. O. Sars 1873, Möbius & Bütschli 1874, Storm 1878, 1879, 1888, Lankaster 1882, Kükenthal & Weissenborn 1886, Nordgaard 1893, 1907, Appellöf 1892, Grieg 1891, 1896, 1897, 1898, 1912, 1914).

Skagerak: Arendal (Möbius 1873); Kristianiafjord (M. Sars 1861, Hjort & Dahl 1900 [90 m]); schwedische Küste (Théel 1907; nach Hj. Östergren hier schon am Ufer). Kattegatt: N. von Skelderviken, 19 m (Lönnberg 1903, auch Retzius 1783 [*Ast. seposita*]); südlicher Teil und Læsö Rinne, 18—36 m (Petersen 1889, ferner Lütken 1871). Öresund, 22 bis 36 m; Grosser Belt, 23—40 bis 37 m; Middelfart-Sund und Fænö-Sund (Lütken 1856, 1871, Möbius 1873, Möbius & Bütschli 1874, Petersen 1889, 1893, 1894, 1913, Lönnberg 1889). Südwestliche Ostsee: Fehmarn Belt, 27 bis 30 m (Möbius 1873, ferner Süssbach & Breckner 1911).

Nordsee: Shetlandinseln, seichtes Wasser, 100—135 m (Forbes 1841, Norman 1869, Pearcey 1885). Nördliche und mittlere Nordsee, an der britischen Küste bis Scarborough; Rand der Norwegischen Rinne; Ebbegrenze—232 m (Forbes 1841, Hodge 1871, M'Intosh 1875, Möbius & Bütschli 1874, Leslie & Herdman 1881, Bell 1885, Fulton 1898, Masterman 1902, Pearcey 1902, 1902 a, Appellöf 1905, 1912, Tesch 1906, Süssbach & Breckner 1911, ferner Gray 1848, Dalyell 1851, Bell 1892). Südliche Nordsee: N. von the Wash, 21 bis 25 m; ein Fundort in der offenen See, 30,5 m (Mar. Biol. Assoc. 1909); Colne River (Cole 1904; dem Titel nach zitiert). Deutsche Küste, 23 m (Möbius & Bütschli 1874).

Englischer Kanal: Südküste von England, 10 m (Bell 1892), 19 bis 21 m (Todd 1903), ohne Tiefenangaben (Gray 1848, Heape 1887, Allen 1899, Mar. Biol. Assoc. 1906, Moray 1909; s. auch Forbes 1841). Pas de Calais und Küste von Frankreich bis Bretagne, »litoral», 25 bis 35, 70 bis 105 m (P. Fischer 1872, Pruvot 1897, Gadeau de Kerville 1894, 1900, 1901), »amongst Fucus» (Sharp 1908) ohne Tiefenangaben (Brandt 1851, Perrier 1875, Koehler 1886, Cuénot 1887, Sluiter 1895).

Westküste von England und Schottland, Irische See, Süd- und Westküste von Irland, N. von Schottland, 0 bis 5 m bzw. Gezeitenzone—144 m (Forbes 1839, 1841, Thompson 1856 [auch »North of Ireland», nicht auf der Karte berücksichtigt], Dickie 1858, Hyndman 1859, Sladen 1882, 1889, Henderson 1888, Bell 1889, 1892, 1892 a, Hoyle 1890, Holt 1892, Herdman 1886, 1901, Scott 1897, 1897 a, Fulton 1898, Beaumont 1900, Kemp 1905, Nichols 1912, ferner Templeton 1836, Hassal 1842, Thompson 1844, Chadwick 1889, Nichols 1903, 1907, Johnstone 1905, Colgan 1912). Färö-Shetland-Kanal und W. von den Shetlandinseln, 225, 365 m (Sladen 1889, Bell 1892). Färöer und Bänke in der Nähe (Lütken 1857, Hörring 1902, Appellöf 1905). Island: Südostküste, 75 m (Appellöf 1905, 1912); West-, Nordwestküste und ohne nähere Angaben (Lundbeck 1893, Hörring 1902, Lütken 1857).

Abhänge und Tiefe des Atlantischen Ozeans: Am W. Thomson-Rücken, 430—1000 m (Sladen 1883, 1889, Bell 1892, s. auch W. Thomson 1873). Rockall Island (ohne nähere Angaben!) (Sladen 1897). SW. von Irland, 1350 m (Sladen 1891, Kemp 1905). Golf von Biscaya, 1800 m (Koehler 1896). Azoren, 1266—1557 m (Perrier 1896).

Ostküste von Nordamerika von K. Cod bis K. Hatteras, 155, 207 m (Verrill 1880), 2430 (Sladen 1889), mit ungenügenden Angaben (Agassiz 1877, Verrill 1873, 1885, 1895 [vor K. Hatteras und »more than 400 stations between N. lat. 47° 29′ und 35° 38′»], Clark 1904, 1905 [Long Island Sound, »in the deeper cooler water»], Coe 1912.

Verbreitung im warmen Teil des pazifischen Gebietes (und in der Übergangszone zur arktischen Region): Beringsmeer, südlicher Teil, Aleuten, Südküste von Alaska, Admiralty Inlet (Washington), Kommandeur-Inseln, Kamtschatka, Kurilen, Ufer—630 m (Fisher 1911); Ochotskisches Meer (Brandt 1851 [*Echinaster eschrichti*]). Fisher unterscheidet von der Hauptart die anscheinend durch Übergangsformen mit ihr verbundene Unterart *H. sanguinolenta eschrichti*, die im ganzen Gebiet (ausser bei Washington) in 0 bis 100 oder bisweilen 150 m Tiefe vorkommt; die Hauptart lebt erst unterhalb von etwa 70 m und ist nicht aus dem arktischen Gebiet bekannt. — Andere nahe verwandte Formen (*H. leviuscula* mit mehreren Unterarten und *H. aspera*) sind

südwärts bis Kalifornien verbreitet; diese Formen sind mehrfach durch Übergangsformen mit einander und *H. sanguinolenta* und *eschrichti* verbunden, doch sind diese vielleicht durch Hybridisierung entstanden (Fisher l. c.).

Bathymetrische Verbreitung.

Die bathymetrische Verbreitung von *Henricia sanguinolenta* erstreckt sich von 0 bis 2430 m und ist also ausserordentlich gross. Die Art wird wohl abwärts spärlicher, oft vielleicht schon von geringer Tiefe an, doch steigt sie sowohl in der arktischen wie in der borealen Region ziemlich häufig in 1000—2000 m Tiefe hinab. An den arktischen Küsten liegen die meisten Fundorte unterhalb von 15 bis 20 m, doch ist die Art auch in seichterem Wasser angetroffen worden (Vanhöffen 1897, Westgrönland: nahe am Ufer; Mortensen 1913, Westgrönland: 12,5 m; Bush 1884, Nordostecke von Labrador: 2 bis 9 m). In der borealen Region von Europa, wie auch an der boreoarktischen Ostküste von Nordamerika, findet man die Art wenigstens in vielen Gegenden (norwegische Küste, schwedische Skagerakküste, britische Küsten) schon am Ufer oder in ganz geringer Tiefe. Ein Unterschied zwischen der arktischen und der borealen Region lässt sich also nicht konstatieren; möglicherweise ist das Tier in der letzteren gemeiner in der Uferzone, die Vertikalverbreitung also dort noch grösser.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

H. sanguinolenta ist eine sehr eurytherme Art; sowohl in bezug auf niedrige wie auf hohe Temperaturen stimmt sie gut mit *Solaster papposus* überein (s. oben S. 34) oder ist eher noch eurythermer. Besonders bemerkenswert ist die Tatsache, dass nicht nur f. *scabrior*, sondern auch die (oder eine) in der borealen Region lebende Form unter hocharktischen Bedingungen gut gedeiht, wie ich oben gegen Grieg hervorgehoben habe. Auch hierin liegt eine Analogie mit *Solaster papposus* und der rein arktischen Form *S. squamatus*, mit dem Unterschied, dass f. *scabrior* nicht rein hocharktisch ist.

Bie der Erörterung der Frage, ob *H. sanguinolenta* ursprünglich arktisch oder wenigstens weniger eurytherm als jetzt gewesen ist, muss man es unentschieden lassen, ob die arktische f. *scabrior* eine erblich selbständige Form ist oder nicht. Jedenfalls ist es nicht wahrscheinlich, dass diese Form, die eine im Verhältnis zum ganzen Formenkreis von *H. sanguinolenta* sehr beschränkte Verbreitung hat und morphologisch einen abweichenden Typus bildet, den ursprünglichen Zustand repräsentieren sollte.

H. sanguinolenta ist in ihrem borealen Verbreitungsbezirk überall sehr gemein, sicher ganz ebenso gemein wie unter arktischen Bedingungen. [In der südlichen Nordsee ist sie sehr selten; diese auffallende Unregelmässigkeit in ihrer Verbreitung kann vorläufig nicht erklärt werden; im Kanal ist sie wieder gemein].[1] Die Vertikalverbreitung ist ebenfalls dieselbe — wenn nicht sogar noch etwas grösser — als an den arktischen Küsten.

Auch nicht auf Grund der Körpergrösse kann man behaupten, dass die Art günstigere Lebensbedingungen in der Arktis findet. Die var. *scabrior* wird oft sehr gross (die Kolthoff-Exped. 1900 fand in Nordostgrönland ein Exemplar mit einem Armradius von 86 mm; andere 49, 44 mm usw. [Michailovskij erwähnt 1902 ein Exemplar R 109 mm; var. *scabrior*?]). Die Hauptform ist meist überall klein, kann aber sowohl in

[1] Nach Süssbach & Breckner (1911) beweist »ihr gänzliches Fehlen im Kanal», dass sie »zweifellos aus dem Norden in die Nordsee eingewandert» sei!

arktischen (s. Lütken 1857, Rankin 1901, Mortensen 1904) wie — vielleicht seltener — in borealen Gegenden einen Armradius von 60—85 mm aufweisen (M. Sars 1861, Norwegen: etwa 75, 85, meist etwa 30 mm; M'Intosh 1875, Schottland: wenigstens 65 mm; Süssbach & Breckner 1911, Nordsee: 58 mm; Zoolog. Mus., Uppsala, Bohuslän und Kattegatt: 55, 66 mm. Im warmen Teil des pazifischen Gebiets wird die typische Form sehr gross (nach den Figuren Fisher's zu urteilen R bis wenigstens 120 mm; mutmassliche Hybriden mit einer andern Art sogar bis 235 mm).

Appellöf (1912, 1912 a) erblickt in der Fortpflanzungszeit der Art ein Zeichen ihrer arktischen Herkunft. Schon M. Sars (1846) hat durch seine klassischen Untersuchungen über die Entwicklung und Brutpflege dieser Art festgestellt, dass sie sich an der norwegischen Westküste schon im März fortpflanzt; die Embryonalentwicklung nimmt wenige Wochen in Anspruch und ist also vor der sommerlichen Erwärmung des Oberflächenwassers abgeschlossen. Ungefähr dieselbe Laichzeit hat die Art an der Ostküste von Schottland (Masterman 1902, Februar bis April) und wie es scheint an der Ostküste von Nordamerika (s. Clark 1904).

Meine Auffassung dieser Verhältnisse habe ich unten im allgemeinen Teil dargelegt. In diesem Falle ist auch zu bemerken, dass eine so niedrige Wassertemperatur, wie sie das Oberflächenwasser an der norwegischen Küste während der Fortpflanzungszeit des Tieres hat, offenbar nicht für seine Fortpflanzung und Entwicklung erforderlich ist, denn die Art ist gemein im Englischen Kanal und an der Westküste von Irland, wo die Wassertemperatur nie unter + 8—+ 9° sinkt. Die Fortpflanzungsverhältnisse in der arktischen Region sind vollständig unbekannt.

Henricia sanguinolenta steht offenbar tiergeographisch *Solaster papposus* nahe; wenigstens eine rein arktische Herkunft kann unmöglich angenommen werden.

Stichaster albulus (Stimpson).

Fundorte im Eisfjord (s. Karte 3):

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
27	Ymer Bay 20 7	30 m	—	—	Kies und Stein mit *Lithothamnion*-Krusten und *Balanus porcatus*	Kl. Dredge	2 Ex. R 4, 6,5 mm
27 b	» » . . . . . »	25—8 m	—	—	Kies und Stein	»	2 Ex. R 4,5, 6 mm
119	Eingang in die Dickson Bay 26.8	44—14 m	—	—	Strauchförmiges *Lithothamnion* auf Schlammboden	»	19 Ex. R 5,5—20 mm
76	Billen Bay 13.8	9—10 m	[etwa + 5°]XVIII	—	Kies, Stein (und Schalen) mit *Lithothamnion*	»	1 Ex. R 4,5 mm
85	» » 16.8	18—15 m	[+ 3 bis + 4,7°]XXII	—	Stein und Kies mit *Lithothamnion*	»	1 Ex. R 7 mm
70 a	Coles Bay 8.8	5 m	[etwa + 5°]VIII	—	Kies und Stein mit Laminarien	»	1 Ex. R 6 mm
61	Green Bay 4 8	46—35 m	—	—	Kies und Stein. *Balanus porcatus*-Gemeinschaft	»	9 Ex. R 4—5 mm
60	» » 3.8	33 m	—	—	Kies, Stein und Schalen mit *Lithothamnion*-Krusten; zahlreiche *Balanus porcatus*-Kolonien	»	1 Ex. R 7 mm

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwedische Expeditionen, nach den Sammlungen des Reichsmuseums, Stockholm: 1861: Eisfjord ohne nähere Angaben, 27 bis 54 m, Stein und Schlamm (3 Ex.); Safe Bay (13 Ex.); Sassen Bay, 3,5 m, Schlamm mit Algen (1 Ex.). 1864: Safe Bay, 54 bis 90 m, Schlamm (3 Ex.). 1868: Green Bay, 90 bis 36 m, Schlamm mit Algen (17 Ex.), 1872—73: Green Bay (9 Ex.). 1898: Nordarm bei K. Wærn, 36 m, Steine, Lithothamnion und Schlamm (1 Ex.); Fjordstamm vor K. Boheman, 40 bis 50 m (2 Ex.). — Schwed. Exped. 1900 (Zool. Mus., Uppsala): Green Bay, 10 bis 80 m, Stein (zahlreiche Ex.).

Norw. Nordmeerexped. 1878: Advent Bay, 110 m, +0,7°, Schlamm (Danielssen & Koren 1884). Kükenthal's Exped. 1886: ohne Fundortsangabe, wie es scheint (vgl. Michailovskij 1902, p. 519) Eisfjord (Pfeffer 1894 a). Russ. Exped. 1899: Green Bay, 98 bis 30 m, Grus mit Schlamm (Michailovskij 1902).

Wir fanden *Stichaster albulus* ausschliesslich auf steinigem Boden, besonders auf solchem mit *Lithothamnion* und *Balanus porcatus*. Obgleich er bisweilen auf Schlammboden gefunden worden ist, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass er fast nur an hartem Grund lebt; an reinem Schlammboden ohne härtere Beimischungen kommt er wohl nur gelegentlich oder ganz ausnahmsweise vor. Diese Abhängigkeit von hartem Grund hat zur Folge, dass man aus der Anzahl unserer Fundorte keine richtige Vorstellung von der Häufigkeit dieser Art im Eisfjord erhält; an geeignetem Boden scheint er dort überall gemein zu sein.

Auch die bathymetrische Verbreitung wird dadurch wesentlich beeinflusst. Früher ist die Art einmal in 110 m Tiefe gefunden worden, doch zeigen die übrigen Funde, dass sie in der Regel oberhalb von 50 oder 60 m lebt. In andern Gegenden steigt sie tiefer hinab (obgleich sie vielleicht schon bald seltener wird, s. unten) und die beschränkte Tiefenverbreitung im Eisfjord beruht offenbar darauf, dass der Grund in grösserer Tiefe fast überall von Schlamm bedeckt ist.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 19.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: Hornsund, 51 m (Michailovskij 1902); Eisfjord (s. oben); Kings Bay, 10 bis 30 m; N. von Pr. Charles Foreland, 100 m (Schwed. Exped. 1900 [Zool. Mus., Uppsala]). Nordwestspitzbergen, 24—68 m (Danielssen & Koren 1884, Ludwig 1900 a, Grieg 1909), 175 m (Koehler 1908), 444 m (Michailovskij 1902). Nordspitzbergen, 40—95 m; Ostspitzbergen (s. die Karte), 8—139, 290, 450 m (Ludwig 1900 a, Michailovskij 1902, ferner Heuglin 1874, Pfeffer 1894).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

?Karisches Meer und Karische Pforte, 54—90 m (Levinsen 1886, Grieg 1910). Matotschkin schar, 18 bis 27 m (Stuxberg 1886). Barentsmeer, 111—215 m (Marenzeller 1878, Hoffmann, 1882, Michailovskij 1905 [Koehler 1909: »Novaja Semlja»]). Murmanküste, 86 m (Ludwig 1900 a, ferner Pfeffer 1890). — Nordküste von Island (Öfjord) (Lütken 1871 c). Jan Mayen, bis 50 m (Fischer 1886, ferner Mortensen 1904). — Nordostgrönland, 0 bis 10—20 bis 30, 27—5 m (Mortensen 1904, 1910, 1913, ferner Möbius 1874); ferner Kolthoff-Exped. 1900: Franz Josephs Fjord, 220 m; Mackenzie-Bucht, 3 bis 6 m (Zoolog. Mus., Uppsala). Südostgrönland, 0 bis 16, 27 bis 54 m (Mortensen 1904, 1913). Westgrönland, 8—410 m (Norman 1877, Duncan & Sladen 1881, Vanhöffen 1897, Rankin 1901, Grieg 1909, ferner Steenstrup 1855, Lütken 1857, Stimpson 1864). Nordwestgrönland, 9 bis 18—54 bis 72 m (Rankin 1901, ferner Stimpson 1864). Ellesmere Land, 27 m (Duncan & Sladen 1877, 1878, 1881). Jones Sund und in der Nähe, 8—54 bis 90 m (Grieg 1907 a, 1909 a). Cumberland Golf (Verrill 1879). — Ostküste von Nordamerika bis Casco Bay, Ebbegrenze—180 m (Stimpson 1854, Verrill 1866, 1871, 1874, 1874 a, 1895, Sladen 1889, Clark 1905, ferner Perrier 1875, Kingsley 1901).

?Warmer Teil des Westatlantischen Gebietes: Ostküste von Nordamerika bis K. Hatteras oder noch südlicher. Verrill gibt in verschiedenen Arbeiten (1880, 1885, 1895, 1899) an, dass *S. albulus* südwärts bis K. Hatteras vorkommt; nach der letzten oben zitierten Arbeit sei er sogar von der U. S. Fish Commission »off the coast of South Carolina and apparently in the West Indies» gefunden. Vor K. Hatteras sei die Art gemein zwischen 29 und 90 m; einmal (nach der Arbeit von 1895) sei sie in 780, einmal (nach der Arbeit von 1899) sogar in 2250 m Tiefe(!) gedredgt worden (»unless some mistake was made in the labelling»). Da die Art im Nordmeer streng an die arktische

Region gebunden ist, wäre diese Verbreitung höchst eigentümlich und interessant. Solange die Angaben VERRILL's nicht von einem zuverlässigen Forscher bestätigt worden sind, muss jedoch die Identität mit *S. albulus* als höchst zweifelhaft bezeichnet werden. VERRILL findet nichts eigentümliches in der von ihm angenommenen weiten Verbreitung noch bis Westindien, denn er glaubt, die Art habe »a wide range on the European coast» (wo sie nur von der Murmanküste bekannt ist!).

Pazifisches Gebiet: Nach MARENZELLER (1903) ist *S. albulus* im Japanische nMeer, in 1000—1200 m Tiefe, gefunden worden. Wegen der Wichtigkeit dieser von allen späteren Autoren übersehenen Angabe wäre eine Nachuntersuchung des Materials wünschenswert; besonders in Anbetracht der grossen Tiefe des Fundorts muss man wohl die Möglichkeit offen lassen, dass es sich um eine andere, verwandte Art handelt.

Bathymetrische Verbreitung.

Alle sicheren Funde liegen zwischen dem Ufer und etwa 450 m. Aus grösserer Tiefe

Fig. 19. *Stichaster albulus.*

stammt der soeben erwähnte Fund im Japanischen Meer, ferner die von VERRILL angegebenen Funde vor der amerikanischen Ostküste, von welchen besonders derjenige in 2250 m Tiefe sehr zweifelhaft ist. Die meisten Fundorte liegen oberhalb von ungefähr 200 m, und die Art scheint überall oberhalb von etwa 100 m oder sogar weniger am gemeinsten zu sein. Wenigstens teilweise scheint das Seltenerwerden mit zunehmender Tiefe, wie im Eisfjord, auf dem Fehlen von günstigem Grund zu beruhen.

Thermopathie.

GRIEG (1910, p. 34) findet mit Recht, dass die Verbreitung von *S. albulus* »toute particulière» ist; im Osten ist sie arktisch und fehlt sogar an der norwegischen Küste, während sie im Westen weit südwärts vordringt und in Wasser von + 11° Temperatur lebt. Wie ich oben bemerkt habe, tut man indessen am besten, die letzteren Angaben vorläufig ausser Betracht zu lassen. Andererseits scheint es mir nicht gesichert zu sein, dass

die Art wirklich in der boreoarktischen Region Norwegens fehlt; da sie am westlichen Teil der Murmanküste vorkommt, wird man sie wohl früher oder später auch in Finnmarken finden (vom ganzen Ost- und Westfinnmarken ist überhaupt keine *Stichaster*-Form bekannt; *S. roseus* ist nicht nördlich von den Lofoten gefunden [GRIEG 1903, inkl. *S. arcticus*]).

Im Eisfjord wurde *S. albulus* von uns wiederholt in Wasser von + 5° Sommertemperatur gefunden. Inwieweit er regelmässig oder nur ganz vorübergehend eine so hohe Sommertemperatur erträgt, ist gegenwärtig unmöglich zu entscheiden. Jedenfalls geht sowohl aus der Verbreitung im Eisfjord wie aus dem häufigen Vorkommen im übrigen Westspitzbergen und an der ganzen Küste von Westgrönland hervor, dass die Art niedrig positive Temperaturen gleich gut wie negative erträgt. Die Verbreitung im Nordmeere, wo sie an allen arktischen Küsten sehr gemein, in der boreoarktischen Region offenbar sehr selten ist, könnte zwar gegen diese Annahme angeführt und in der Weise gedeutet werden, dass die Art mehr ausgeprägt arktisch sei und etwa auf der gleichen Stufe wie *Asterias panopla* stehe. Der Widerspruch ist jedoch nur scheinbar, denn die Seltenheit in der boreoarktischen Region — und das scheinbare Fehlen in Finnmarken — erklärt sich einfach aus der Abhängigkeit von hartem Boden und der daraus resultierenden Seltenheit in grösserer Tiefe. Schon in Ostfinnmarken und noch mehr im kalten Gebiet von Westfinnmarken haben die oberen Wasserschichten eine viel höhere Temperatur als z. B. in Westspitzbergen; auch wenn die obere Temperaturgrenze so hoch wie bei + 5° liegt, kann man folglich die Art hier erst in grösserer Tiefe erwarten.

Asterias mülleri groenlandica (LÜTKEN).

Nachdem mehrere Autoren die nahe Verwandtschaft zwischen *Asterias mülleri* (M. SARS) und *A. groenlandica* (LÜTKEN) betont haben, ist MORTENSEN (1904, 1913) zu dem Ergebnis gekommen, dass die beiden Arten überhaupt nicht unterschieden werden können, sondern dass die letztere Art nur als eine Varietät von *A. mülleri* aufgefasst werden kann. Gestützt auf die Autorität des genannten Forschers folge ich hier dieser Auffassung, allerdings mit der Bemerkung, dass auch die Darlegungen MORTENSEN's, in der Form, in der sie erschienen sind, hauptsächlich die Unzulänglichkeit der gewöhnlich zur Unterscheidung gebrauchten Einzelmerkmale aufgewiesen haben; erst eine gründliche Revision der zahlreichen Formen von *A. mülleri* und *groenlandica* kann den Beweis dafür erbringen, dass wirkliche Zwischenformen existieren, und auch wenn dies der Fall ist, wissen wir eigentlich nichts von der Natur der »Varietät».

Die von uns gefundenen Exemplare sind jedenfalls typische *A. groenlandica*, wie diese besonders von DÖDERLEIN (1900) beschrieben wird; sie unterscheiden sich also in mehreren Merkmalen (vgl. besonders MORTENSEN 1904) sehr scharf von *A. mülleri*, vor allem durch die verschiedene Anordnung der Adambulacralstacheln und durch das Fehlen von Stacheln an denselben.

Das Exemplar von St. 70 unterscheidet sich scharf von den übrigen durch die auffallende Länge der Abactinalstacheln und scheint dadurch im Habitus der von DANIELSSEN & KOREN (1884) beschriebenen *A. spitzbergensis* zu ähneln, welche Art DÖDERLEIN (1900) und GRIEG (1907 a) mit Recht in den Formenkreis von *A. groenlandica* einbezogen haben. Obgleich das Exemplar in der Adambulacralbewaffnung mit der typi-

schen *A. groenlandica* übereinstimmt, erscheint eine Zusammengehörigkeit mit der erwähnten »Varietät» nicht ausgeschlossen (vgl. Grieg, l. c.). Da mein Material mir eine Behandlung des ganzen *A. mülleri-groenlandica*-Problems nicht erlaubt und die zuletzt besprochene Form zudem nur in einem einzigen Exemplar vorliegt, würde eine ausführlichere Beschreibung desselben wohl kaum einigen Nutzen bringen.

Fundorte im Eisfjord:

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
70 a	Coles Bay 8.8	5 m	[etwa + 5°]VIII	—	Kies und Stein mit Laminarien (etwas Schlamm zwischen den Steinen)	Kl. Dredge	1 Ex. R 17 mm
72	Advent Bay 10.8	11—15 m	[+ 3 bis + 4°]XV	—	Sehr loser Schlamm	»	2 Ex. R 24, 9 mm
76	Billen Bay 13.8	9—10 m	[etwa + 5°]XVIII	—	Kies, Stein und Schalen mit *Lithothamnion*	»	1 Ex. R 12 mm

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwed. Exped. 1861: Sassen Bay, 45 m, Schlamm (2 Ex. R 9, 7,5 mm); 1868: Advent Bay, 9 bis 35 m, Schlamm (2 Ex. R 15, 7 mm) (Riksmuseum, Stockholm). Heuglin'sche Exped. 1870: Advent Bay (Lütken 1871 b). Princ. Alice-Exped. 1898: Advent Bay, litoral (Koehler 1908). Russ. Exped. 1899: Advent Bay, 9 m, Stein; Green Bay, 98 bis 30 m, Grus mit Schlamm (Michailovskij 1902).

A. groenlandica lebt in der Regel auf steinigem Grund. Im Eisfjord ist sie in grösserer Tiefe als 45 m nicht gefunden worden.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 20.)

Die nahen Verwandtschaftsbeziehungen zwischen dieser Form und *A. mülleri* macht es in einigen Fällen schwierig, das Verbreitungsgebiet scharf zu umgrenzen. Die unten aufgenommenen Angaben beziehen sich jedoch mit höchstens vereinzelten Ausnahmen mit grosser Wahrscheinlichkeit auf *A. groenlandica*. Alle grönländischen Funde werden von Mortensen (1904, 1913) schlechthin unter *A. mülleri* aufgeführt, doch bemerkt er gleichzeitig, dass die litoralen Exemplare hauptsächlich zu var. *groenlandica*, die aus grösserer Tiefe in Westgrönland gefangenen zur typischen Form von *A. mülleri* gehören; von Ostgrönland ist diese letztere nicht bekannt.

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: W. von Belsund, 95 m; vor dem Eingang in die Kings Bay, 36 bis 140 m (Döderlein 1900); Eisfjord (s. oben). Nordwestspitzbergen, 68 m (Danielssen & Koren 1884), 24 m (Grieg 1909). Ostspitzbergen (s. die Karte Fig. 20), 10—80 m (Pfeffer 1894, Ludwig 1900 a, Michailovskij 1902, Koehler 1908).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer, bis östlich von den Neusibirischen Inseln, 13—42 m; Karisches Meer, Jugor schar, Matotschkin schar, 9—117 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886, Levinsen 1886, Kalischewskij 1907). Barentsmeer, 35 bis 54—144 m (Stuxberg 1878, 1886, D'Urban 1880, Hoffmann 1882, Ludwig 1900 a, ferner Heuglin 1874, Sluiter 1895, Koehler 1909). Murmanküste und Weisses Meer ohne nähere Angaben (Jarzynsky 1885, nicht auf der Karte berücksichtigt). — Südostgrönland (Mortensen 1904, 1913 [*A. mülleri*]). Westgrönland (Mortensen 1913, s. auch Lütken 1857, Vanhöffen 1897; vgl. oben). Nordwestgrönland, 5,5—63 bis 72 m (Ives 1892, Rankin 1901, ferner Stimpson 1864). Ellesmere Land, 25—144 m (Duncan & Sladen 1877, 1878, 1881). Jones Sund, 8—90 m (Grieg 1907 a, 1909 a). ?Barrow-Strasse (Forbes 1852 [*Uraster violacea*]). ?Westküste von Davis Strait (Sabine 1824 [*Ast. violacea* oder *rubens*]). Cumberland Golf (Verrill 1879, Pfeffer 1886). — Ostküste von Nordamerika: Labrador, Golf von St. Lawrence, »Banks off N. Scotia», Bay of Fundy (Packard 1863, 1866, Whiteaves 1874, 1901, Verrill 1895); Newfoundland (Lütken 1857). —[?Nördlichster Teil des pazifischen Gebiets. Verrill (1909 a) identifiziert *A. cribraria* Stimps. (unmittelbar im N. und S. von der Beringsstrasse) mit *A. groenlandica*. Jedenfalls ist es nach der übrigen Verbreitung dieser Form höchst wahrscheinlich, dass sie hier vorkommt.].

Bathymetrische Verbreitung.

Die bathymetrische Verbreitung erstreckt sich von 5 bis zu ungefähr 150 m. Vielleicht lebt die typische *groenlandica* hauptsächlich im oberen Teil dieser Zone oder ist wenigstens dort gemeiner.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

A. groenlandica hat eine rein arktische Verbreitung und ist im Nordmeer sogar nicht mit Sicherheit von der boreoarktischen Region bekannt; an der Ostküste von Nordamerika ist sie südlich von N. Scotia und der Bay of Fundy nicht beobachtet worden.

Fig. 20. *Asterias mülleri groenlandica.*

Aus der Verbreitung sieht man, dass sie in Wasser von negativer und niedrig positiver Temperatur gut gedeiht; im Eisfjord fanden wir sie sogar in Wasser von etwa + 5° Sommertemperatur, doch ist es, nach der übrigen Verbreitung zu urteilen, nicht unwahrscheinlich, dass sie nur für ganz kurze Zeit einen so hohen Wärmegrad erträgt.

Da *A. groenlandica, hyperborea* und *mülleri* so äusserst nahe verwandt sind, lässt sich die Frage nach der Herkunft dieser ganzen Gruppe nicht zurückweisen. Die Lösung dieser Frage erfordert jedoch unbedingt erweiterte Kenntnisse der systematischen Beziehungen der Formen untereinander, ferner Kenntnis der Verbreitung des Formenkreises im pazifischen Gebiet. Für die Annahme, dass die arktische Form *A. groenlandica* die ursprüngliche sei und dass die boreale *A. mülleri* sich sekundär dem Leben in wärmerem Wasser angepasst habe, lassen sich gegenwärtig keine Belege anführen. *A. mülleri* ist an der borealen Küste von Skandinavien sowie in der nördlichen und mittleren Nordsee gemein und tritt schon in geringer Tiefe auf. Die Grösse ist in der Regel dieselbe wie die von *A. groenlandica.* Diese bleibt überall klein, mit einem Armradius von 24—37 mm Länge (s. Rankin 1901, Grieg 1907 a, Vanhöffen 1897, Koehler 1908, Michailovskij

1902, Döderlein 1900, Kalischewskij 1907; über *A. mülleri* s. Sars 1861, Grieg 1903). Unter besonderen Bedingungen kann *A. mülleri* eine riesenartige, von *A. groenlandica* auch annähernd nie erreichte Grösse erlangen; in der Nordsee findet man Exemplare mit einem Armradius von 133 mm (Süssbach & Breckner 1911) und auch an der Murmanküste wird das Tier mehrmals grösser als *A. groenlandica* (R 120 mm nach Ludwig 1900 a). Auch die morphologischen Unterschiede sprechen eher gegen die Ableitung von *A. mülleri* aus der arktischen Form *groenlandica;* wenigstens in dem Vorkommen von Pedicellarien an den Adambulacralstacheln ist die erstere Art ursprünglicher.

Hierzu kommt der Umstand, dass auch *A. hyperborea* zweifellos aufs nächste mit *A. mülleri* verwandt ist. Mit andern Worten: zwei arktische »Formen», welche keine grössere Ähnlichkeit mit einander haben, zeigen direkte Verwandtschaftsbeziehungen zu einer borealen Form. Wenn die drei Formen selbständige »Varietäten», Unterarten oder Arten sind, so würde dieser Umstand fast sicher beweisen, dass die südliche Form die ursprüngliche ist. Gegenwärtig kann man nur behaupten, dass die ganze Gruppe von einer gemeinsamen Stammform abstammt, welche wahrscheinlich entweder eurytherm oder eine Warmwasserart wie die typische *A. mülleri* gewesen ist.

Asterias hyperborea Danielssen et Koren.

Michailovskij (1904) hat die Ansicht geäussert, dass *A. hyperborea* keine selbständige Art sondern »die am typischsten ausgesprochene nördliche Varietät der *A. mülleri*» ist, und Östergren (1904) hat gleichzeitig in einer vorläufigen Mitteilung eine ähnliche Ansicht angedeutet. Auch Mortensen (1913) rechnet neuerdings *A. hyperborea* zu den »Varietäten und Formen» von *A. mülleri*. Die erwähnten Autoren geben jedoch nur ihrer persönlichen Auffassung Ausdruck, ohne Belege für die Richtigkeit derselben vorzubringen. Da ferner Grieg (1907 a) bestimmt für die Selbständigkeit von *A. hyperborea* eingetreten ist — wie es scheint allerdings nur auf Grund einer Untersuchung von typischen Exemplaren der beiden Arten — ist es wohl gegenwärtig das Richtigste, sie als eine selbständige Art zu bezeichnen.

Die von uns im Eisfjord gefundenen Exemplare stimmen vollständig mit der Beschreibung Döderlein's (1900) überein.

Fundort im Eisfjord:

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
119	Eingang in die Dickson Bay 26.8	44—14 m	—	—	Strauchförmiges *Lithothamnion* auf Schlammboden	Kl. Dredge	4 Ex. R 43, 28, 16, 11 mm

Frühere Funde im Eisfjord:

Helgoland-Exp. 1898: Advent Bay, 40 m, Schlamm mit Steinen (Ludwig 1900 a). Pr. Alice-Exped. 1898: Tempel Bay, 102 m, Schlamm, 2 Ex. (Koehler 1908).

Allgemeine Verbreitung.

Die Verbreitung von *A. hyperborea* ist noch äusserst unvollständig bekannt. Es existieren nur wenige Fundangaben und auch davon müssen einige als unsicher bezeichnet

werden. Besonders zweifelhaft scheint es mir, ob KALISCHEWSKIJ (1907) diese Art vor sich gehabt hat. Die Bestimmung — er beschreibt sogar zwei neue Varietäten! — scheint ausschliesslich nach einem von ihm selbst ausgeklügelten, künstlichen System vorgenommen worden zu sein; das charakteristischste Merkmal der Art, der dichte Pedicellarienbesatz der Furchenstacheln, in oder über der Mitte der Stacheln befestigt, wird nicht erwähnt und an Fig. 9 *b*, Taf. II ist nichts davon zu sehen, weshalb besonders diese Figur mehr an *A. groenlandica* erinnert. — Grösseres Zutrauen scheinen mir die Angaben von MICHAILOVSKIJ (1902) zu verdienen. KALISCHEWSKIJ hat die Exemplare nachuntersucht und kam dabei zu der Überzeugung, dass sie nicht zu *A. hyperborea* sondern zu *A. mülleri* var. *floccosa* LEVINSEN gehören; dieser Vermutung kann aber kein grösseres Gewicht beigelegt werden, da der erwähnte Autor vielleicht die erstere Art überhaupt nicht kennt. Übrigens ist es, wie DÖDERLEIN (1900) bemerkt, nicht unmöglich, dass diese letztere Form mit *A. hyperborea* identisch ist. — Nach VERRILL (1909 a, b) ist MURDOCH's (1885) *Asterias arctica* von der Nordküste Alaskas mit *A. hyperborea* identisch; die Richtigkeit dieser nicht näher motivierten Ansicht erscheint zweifelhaft.

Mit Sicherheit ist diese Art folglich nur von Spitzbergen und der Beeren Eiland-Bank bekannt.

Westspitzbergen: W. vom Südkap, 70 m (DÖDERLEIN 1900). ?Hornsund, 24—51 m (MICHAILOVSKIJ 1902). Eisfjord (s. oben). Cross Bay, 7 m (KOEHLER 1908). Ostspitzbergen: König Karls Land, Ostseite vom Nordostland, Bismarck-Strasse, Deevie Bay, 8 bis 12—66 m (LUDWIG 1900 a). ?Süd-Storfjord, nahe am Südkap, 44 bis 45 m (MICHAILOVSKIJ 1902). Beeren-Eiland-Bank und N. davon, 64 m (DANIELSSEN & KOREN 1884), 140 bis 155 m, 85 bis 95 m (DÖDERLEIN 1900). [? Sibirisches Eismeer (KALISCHEWSKIJ 1907).]

Asterias linckii (MÜLL. et TROCH.).

Syn. *Asterias stellionura* (PERRIER).
» *gunneri* DANIELSSEN et KOREN.

Verbreitung im Eisfjord.

Verzeichnis der Fundorte (s. Karte 1):

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
21	Eingang in die Tundra Bay 20.7	71—68 m	— 0,93°	34,29	Sehr loser Schlamm, stellenweise Stein	Trawl	4 Ex. R etwa 130—140 mm
37	Tundra Bay 24.7	10—17 m	17 m: + 1,2°	—	Fester Schlamm mit Kies und Sand	Kl. Dredge	2 Ex. R 8, 11 mm
92	Nordarm 19.8	85—45 m	42 m: + 2,02° (abwärts sicher kälter)	—	Loser Schlamm mit Kies und Sand	Trawl	8 Ex. R 86—155 mm
98	» 27.8	130—116 m	115 m: — 0,82°	34,40	Loser Schlamm	»	1 Ex. R 91 mm
102	Nordarm. Eingang in die Yoldia Bay . 14.8	70—93 m	85 m: + 0,68°	34,25	Zäher und fester Schlamm mit vielen Steinen	»	8 Ex.
106	Yoldia Bay, 2000 m vom Rande des Svea-Gletschers . 19.8	28 m	33 m: + 2,87°	33,37	Zäher Schlamm mit Kies	Kl. Dredge	5 Ex. R 78—115 mm
93	Ekman Bay 20.8	44—55 m	+ 1,72°	—	Sehr zäher, stark roter Schlamm. Etwas Stein	Trawl	6 Ex. R 54—72, 137 mm
113	» . » . . . 21.8	44—43 und 40—42 m	— 0,3°	—	Sehr loser, roter Schlamm	Kl. Dredge	1 Ex. R 51 mm

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
120	Dickson Bay . . . 27.8	98 m	93 m: — 1,63°	34,27	Loser Schlamm	Trawl	29 Ex. R 19—65 mm
121	Eingang in die Dickson Bay 26.8	5 m	[+ 3,7°][28]	—	Schlamm mit Kies, Schalen und kleinen Steinen	Kl. Dredge	17 Ex. R 13—84 mm
123	Dickson Bay 28.8	6—8 m	[etwa + 3,7°][30]	—	Ausserst zäher, stark roter Schlamm		—
124	» »	28 m	[etwa + 2°][31]	—	Ausserst zäher, stark roter Schlamm	»	5 Ex. R 10,41—46,112 mm
125	»	62—72 m	70 m: — 1,32°	34,20	Loser, roter Schlamm	Trawl	—
82	Billen Bay 15.8	65 m	— 0,7°	—	Loser Schlamm	Kl. Dredge	1 Ex.
101	» » 14.8	150—140 m	140 m: — 1,67°	34,43	Loser Schlamm mit Steinen	Trawl	19 Ex. R 45—115 mm
87	» » 17.8	37—35 m	+ 1,5°	—	Sehr loser Schlamm; etwas Kies	Kl. Dredge	17 Ex. R. 11—15, 29—42, 80—109 mm
89	Billen Bay, vor dem Nordenskiöld-Gletscher 17.8	30—20 m	+ 3,1°	—	Schlamm		—
46	Sassen Bay 29.7	94—etwa 80 m	—	—	Loser Schlamm	Trawl	3 Ex. R 52—73 mm
50	Tempel Bay 29.7	25 m	[+ 3 bis + 4°][XI]		Zäher Schlamm	Kl. Dredge	1 Ex. R 108 mm
51	. . . . 30.7	45—43 m	+ 2,5°	—	Zäher grauroter Schlamm	»	2 Ex. R 57, 112 mm
55	» 31.7	92—107 m	— 1,50°	34,49	Roter Schlamm		1 Ex. R 55 mm
56	» » . . . . »	Etwa 30 m	35 m: + 3,78°	34,13	Fester, braunroter Schlamm mit Steinen	»	2 Ex. R etwa 165, 175 mm
53	» » Vor dem von Post-Gletscher 30.7	59—61 m	— 0,9°	—	Fester und zäher, roter Schlamm		31 Ex. R 16—38, 45, 52—95 mm
54	Tempel Bay. Vor dem von Post-Gletscher, etwa 400 m von seinem Rande 30.7	52 m	— 1,3°	33,92	Loser, roter Schlamm		7 Ex. R 10, 30—66 mm
47	Eingang in die Sassen Bay 23.7	97—120 m	wahrsch.[VII] etwa 0°(82 m: + 1,71°)	(34,18)	Loser Schlamm	Trawl	4 Ex.
44	Eingang in die Advent Bay 27.7	150—110 m	128 m: + 0,01°	34,54	Loser Schlamm mit Kies	»	2 grosse Ex.

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwed. Exped. 1868: Advent Bay, 45 m, Schlamm; 1 Ex. (Riksmuseum, Stockholm). Norweg. Nordmeer-exped. 1878: Advent Bay, 110 m, + 0,7, Schlamm (Danielssen & Koren 1884). Schwed. Exped. 1891: Skans Bay (Billen Bay), 54 bis 72 m, Schlamm (Klinckowström 1892). Olga-Exped. 1898: Ostarm? (angeblich Sassen Bay, s. oben S. 19), 190 m, Schlamm (Döderlein 1900). Russ. Exped. 1900: Billen Bay, 142 bis 133 m, —1,9°, Schlamm mit Steinen (Michailovskij 1902). Princ. Alice-Exped. 1898: Tempel Bay, 102 m, Schlamm (Koehler 1908).

Unsere Beobachtungen zeigen teils, dass *A. linckii* neben *Ctenodiscus crispatus* der gemeinste Seestern des Eisfjords ist, teils aber auch, dass das Vorkommen fast ausschliesslich auf die inneren Teile des Fjords beschränkt ist; die Ursache dieser charakteristischen Verbreitung wird weiter unten erörtert.

Unsere Dredgeergebnisse lehren ferner, dass *A. linckii* eine reine Schlammart

ist. PFEFFER's (1894) Angabe, dass sie auch oder sogar vorzugsweise auf Steingrund lebe, ist unrichtig; auch zahlreiche andere Beobachtungen zeigen, dass sie zwar auf Stein- und Kiesgrund auftreten kann, aber nur ausnahmsweise und meist nur in jugendlichen Exemplaren.

Die Vertikalverbreitung erstreckt sich im Eisfjord von 5 bis 140 oder 150 m. Da die horizontale Verbreitung so beschränkt und die Art an einen bestimmten Grund gebunden ist, würde man durch einen Vergleich mit den gesamten Dredgeergebnissen eine ganz irreführende Vorstellung von der bathymetrischen Verbreitung erhalten; in dem nachstehenden Schema habe ich daher alle Stationen, an denen das Vorkommen überhaupt nicht zu erwarten war, durch kursive Schrift bezeichnet (teils alle Stationen in den äusseren und südlichen Teilen des Fjords, teils alle Stationen mit steinigem Grund, teils auch zwei Stationen in 1 und 2 m Tiefe [39 und 112]). Man sieht zunächst, dass die untere Verbreitungsgrenze 140 oder 150 m nicht notwendig eine allgemeinere Gültigkeit haben muss, da mit zwei Ausnahmen alle in grösserer Tiefe untersuchten Stellen im Fjordstamm liegen, wo die Art in der Regel in allen Tiefen fehlt. In der Tat zeigen Beobachtungen in andern Gegenden, dass die Art tiefer hinabsteigt, obgleich in der Regel nicht zu mehr als 250—300 m (s. unten). Das Schema zeigt ferner, dass die Art zwischen 25 und 150 m sehr gemein ist; zwischen 5 und 25 m ist sie wohl etwas spärlicher, obgleich nicht selten.

Tiefe in m																						
	121	**123**	77	108	111	*5*	*9*	*24*	*28*	*30*	*32*	*38*	*39*	*66*	*67*	*70*	*71*	*75*	*76*	*84*	*112*	*115*	*128*
10	**37**	36	57	91	*7*	*25*	*52*	*63*	*65*	*71*	*72*	*85*											
20	**50**	**56**	**89**	**106**	**124**	83	110	114	*14*	*16*	*17*	*18*	*27*	*31*	*49*	*81*	*86*	*117*	*119*	*127*			
30	**87**	90	*6*	*8*	*15*	*59*	*60*	*73*	*79*	*126*													
40	**51**	**93**	**113**	34	35	109	122	*19*	*61*	*130*													
50	**53**	**54**	*45*	*116*																			
60	**21**	**82**	**92**	**125**	80	*26*	*129*																
70	88	*69*																					
80	**46**	**102**	*22*	*64*																			
90	**55**	**120**	*20*	*23*																			
100	**47**	100																					
	78																						
	44	**98**	*12*	*103*	*107*																		
	13																						
150	**101**	*94*																					
	95																						
	99	105																					
200																							
	48	*96*																					
	97																						
	41	*43*																					
250	*33*	*104*																					
	4																						
300																							
350																							
400	*42*																						

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 21.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: SW. und W. vom Südkap, 128 m (Danielssen & Koren 1884), 70 m (Döderlein 1900); Küste vor dem Hornsund, 115 m (Döderlein 1900); Belsund, 150 m (Ludwig 1900 a). Eisfjord (s. oben); Cross Bay, 10 bis 23 m (Koehler 1908). Nordspitzbergen: Lomme Bay, 40 m (Ludwig 1900 a). Ostspitzbergen: Barents und Edges Land, Storfjord, W. von Hopen Eiland, 10—250 m (Pfeffer 1894, Ludwig 1900 a, Döderlein 1900, Michailovskij 1902, Koehler 1908). Beeren Eiland-Bank und N. davon, 32 bis 39—225 m (Danielssen & Koren 1884, Döderlein 1900, Michailovskij 1901). [Ferner Lütken 1872 b, Heuglin 1874.]

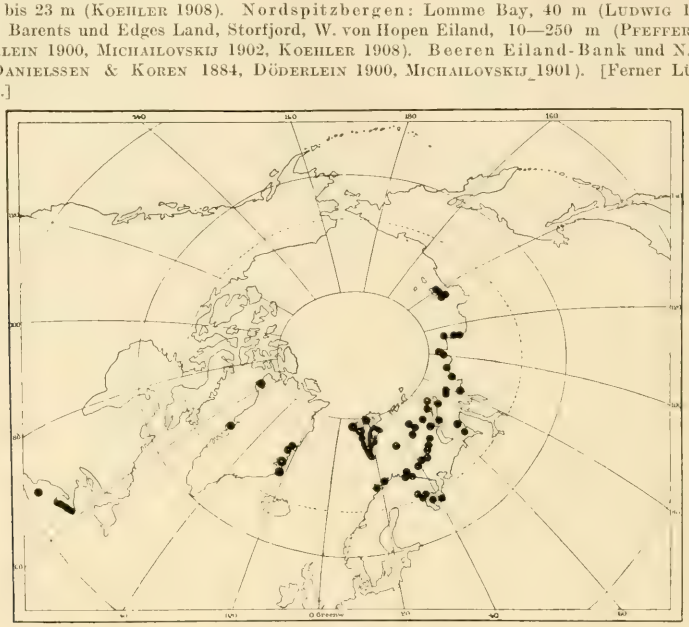


Fig. 21. *Asterias linckii.*

Übrige arktische und borealarktische Region:

Sibirisches Eismeer, östlich bis an die Neusibirischen Inseln, 9—60 m; Karisches Meer, 36—153 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886, Levinsen 1886, Kalischewskij 1907). Barentsmeer, 106—317 m (D'Urban 1880, Danielssen & Koren 1884, Sluiter 1895, Breitfuss 1903, Michailovskij 1905). Weisses Meer: Golf von Kandalaksha und mittlerer, tiefer Teil, 14,5 und (zahlreiche Fundorte) 20—170 m (Knipowitsch 1896). Murmanküste: Kolafjord, 120 bis 200 m (Awerinzew 1909, s. auch Derjugin 1912). Ostfinnmarken: Varangerfjord, 180 m (Grieg 1903), ohne Tiefenangaben (S. Lovén nach Aurivillius 1886 und Norman 1903, Sparre-Schneider nach Grieg 1903). Kalte Fjorde in Westfinnmarken und den Lofoten: Kvænangen, 72 bis 108 m (Aurivillius 1886), 60 bis 100 m (Grieg 1903, Nordgaard 1905); Lyngenfjord (Bidenkap 1899); Balsfjord, 20—70 (junge Ex.) und —130 m (Klær 1907); Kanstadfjord (Lofoten), 90 m (Grieg 1903, Nordgaard 1905). — [?? Island, nur eine unsichere Angabe, vgl. Lütken 1871 c, Perrier 1875.] — Nordostgrönland: 69° 24′—72° 28′ n. Br., 12,5 bis 0—16 bis 74 m (Mortensen 1904); Myskoxefjord, 220 m (schwed. Exped. 1900 [Zoolog. Mus., Uppsala]). Westgrönland: Umanak (aus einem Haimagen) (Mortensen 1913). Nordwestgrönland, 27 bis 36 m (Rankin 1901). — Ostküste von Nordamerika bis K. Cod: Bänke vor Nova Scotia, St. Georges Bank, 57—540 m (Verrill 1878, 1895).

Bathymetrische Verbreitung.

Die obere Verbreitungsgrenze liegt bei 5 (Eisfjord), die untere nach Verrill an der amerikanischen Ostküste (1895) bei 540 m; dieser Autor gibt jedoch keine genauen Fundangaben und da die Art in allen übrigen Gegenden nie in grösserer Tiefe als 280 m gefunden worden ist, dürfte sie nur ausnahmsweise tiefer herabsteigen.

Thermopathie.

Asterias linckii ist sehr gemein in Wasser von negativer Temperatur. Sie lebt auch in Wasser von niedrig positiver Temperatur, wie sowohl frühere wie ganz besonders unsere eigenen Beobachtungen zeigen; wir fanden sie sogar wiederholt in Wasser von + 3 bis mehr als + 3,5° Temperatur. Da die Art ferner gemein in der boreoarktischen Region von Europa und Nordamerika vorkommt, ist es klar, dass sie nicht an ausschliesslich hocharktische Bedingungen gebunden ist. Trotzdem steht sie nicht auf der gleichen Stufe wie die meisten übrigen, in der ganzen arktischen und boreoarktischen Region verbreiteten, aber nicht ausserhalb derselben lebenden Arten.

Die Verbreitung im Eisfjord bietet sehr bemerkenswerte und interessante Züge; da unsere Fundorte so zahlreich sind, kann man nicht daran zweifeln, dass das aus ihnen gewonnene Verbreitungsbild den tatsächlichen Verhältnissen gut entspricht. Die überwiegende Mehrzahl der Fundorte liegt in den inneren und nördlichen Teilen des Fjords. Von diesem Gebiet sind die Billen und die Dickson Bay durch unterseeische Schwellen abgesperrt und enthalten bis in die grösste Tiefe Wasser von stets negativer Temperatur; die übrigen Buchten sind offen, doch müssen auch sie wegen der Nähe der Gletscher und der grossen Entfernung von der Einströmungsstelle des atlantischen Wassers mehr ausgeprägt arktische Bedingungen als die äusseren Teile des Fjords darbieten. In scheinbarem Widerspruch zu dieser beschränkten Verbreitung steht der Umstand, dass mehrere dieser Fundorte in seichtem und auffallend warmem Wasser liegen. Hierbei handelt es sich jedoch nur um eine vorübergehende Erwärmung des Wassers durch die Insolation und Luftwärme; in der Nähe der Gletschern kann sie wohl sogar fast zufällig sein. Dass diese Überlegung nicht willkürlich ist, wird dadurch erwiesen, dass das Tier an St. 123 (etwa + 3,7°) zusammen mit *Portlandia arctica*, also einem wirklich hocharktischen Tier, lebte. Doch ist es natürlich eine interessante Tatsache, dass ein Tier eine wenigstens in einigen Fällen nicht nur zufällige Erwärmung des Litoralwassers erträgt — dieselbe Erscheinung ist auch im Weissen Meer beobachtet worden, s. unten — und gleichzeitig atlantisches Wasser von + 2 bis + 2,5° Temperatur meidet.

Das Fehlen an der Südostküste des Fjords und — abgesehen von St. 21, die jedoch nahe bei der kalten Tundra Bay liegt — überhaupt im Fjordstamm hat eine Ausnahme: St. 44 am Eingang der Advent Bay. Dieser Fund vermag die Bedeutung der obigen Darlegungen nicht abzuschwächen, denn die Art wurde hier in der im ganzen Fjord vorhandenen kalten Wasserschicht gefunden (St. 44: etwa 0°). Dasselbe gilt auch sowohl von der soeben erwähnten St. 21 wie von St. 47, 92, 98 und anderen in den äusseren Partien der inneren Fjordteile gelegenen Fundstellen. — Von den früheren 6 Fundorten liegen 4 in inneren Fjordteilen, 1 am Eingang der Advent Bay in kaltem Wasser, 1 in der Advent Bay in seichterem Wasser, aber doch, nach unseren Beobachtungen zu urteilen, etwa an der Grenze der kalten Wasserschicht.

Eine Untersuchung der Eisfjordverbreitung gibt also das Ergebnis, dass *A. linckii* zwar nicht hocharktisch ist, dass sie aber positive Wassertemperaturen (0 oder vielleicht eher + 1 bis + 1,5°—etwa + 3,5°) nur für kurze Zeit erträgt. Trotzdem ist sie ja gemein nicht nur an der offenen Küste von Westspitzbergen, sondern auch in boreoark-

tischen Gegenden. Das Ergebnis der Eisfjorduntersuchung scheint mir jedoch so unzweideutig zu sein, dass man die Voraussagung wagen kann, dass künftige genaue Untersuchungen in den boreoarktischen Gebieten entsprechende Verhältnisse aufweisen werden. Schon jetzt bekannte Tatsachen deuten in diese Richtung. In Westfinnmarken ist das Vorkommen nach den bisherigen Erfahrungen ausschliesslich an die kalten, abgesperrten Fjorde gebunden; im ganzen Finnmarken fehlt die Art in der Litoralregion, und erwachsene Exemplare sind erst unterhalb von 90 m gefangen worden (s. oben); im Balsfjord finden sich nach KLÆR (1907) nur junge Exemplare in seichterem Wasser (20—70 m; dass sie bis zu 20 m emporsteigen, geht übrigens nicht aus dieser Angabe hervor). Im Weissen Meer ist die Art nach KNIPOWITSCH (1896) äusserst gemein im kalten Gebiet, wo die Temperaturen meist von ungefähr 35 m an negativ sind; sie steigt häufig bis zu 20 m (in einem Falle bis zu 15 m) hinauf, wo die Temperatur im Sommer sogar bis zu ungefähr + 5° steigt, diese Erwärmung des Wassers dauert jedoch, wie der erwähnte Forscher hervorhebt, nur kurze Zeit und es scheinen also hier ganz ähnliche Verhältnisse wie im Eisfjord vorzuliegen. Die Verbreitung in der boreoarktischen Region von Nordamerika weicht ebenfalls von derjenigen der meisten dort lebenden arktischen Arten ab. Die Art fehlt nämlich ganz an der ganzen Küste zwischen der Bay of Fundy und K. Cod und ist nur auf den offenen Küstenbänken gefunden worden. Es liegt wohl äusserst nahe anzunehmen, dass diese Verbreitung eine Folge der Vorliebe für ausgeprägt arktische Bedingungen ist, obgleich dieser Zusammenhang gegenwärtig nicht im Detail nachgewiesen werden kann.[1]

Die aus der charakteristischen Verbreitung im Eisfjord sich ergebenden Schlussfolgerungen finden auch eine Stütze, wenn man die übrige arktische Verbreitung beobachtet. Die Art ist nämlich offenbar ausserordentlich selten in Westgrönland und fehlt ganz am südlichen Teil der Küste. Es wäre ja denkbar, dass dies darauf beruht, dass sie sich hier nahe ihrer Westgrenze befindet; da sie jedoch bis nach Nordwestgrönland verbreitet ist, klingt diese Erklärung nicht recht wahrscheinlich.

Asterias panopla STUXBERG.

Verbreitung im Eisfjord.

Verzeichnis der Fundorte (s. Karte 1):

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
13	Eingang in die Safe Bay 16.7	125—150 m	125 m: +0,87°III 144 m: + 1,23°	34,52 und 34,54	Schlamm mit Schalen; *Balanus porcatus*-Gemeinschaft	Trawl	1 Ex. R etwa 270 mm
92	Nordarm 19.8	85—45 m	42 m: + 2,02° (abwärts sicher kälter)	—	Loser Schlamm mit Kies und Sand	»	3 Ex. R 98—112 mm

[1] Die Angaben VERRILL's sind, wie gewöhnlich, äusserst ungenügend. Zu bemerken ist, dass die Art während der zahlreichen Dredgungen in der St. Georges Bank-Region i. J. 1872 nicht gefunden wurde (SMITH & HARGER 1874) und auch nicht in der Arbeit VERRILL's über die Albatross-Expeditionen (1885) erwähnt wird. Vielleicht lebt sie nicht regelmässig an den südlichen Lokalitäten (St. Georges Bank usw.), sondern gelangt nur als Larve mit dem arktischen Wasser dorthin, ohne sich dauernd ansiedeln zu können?

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
98	Nordarm 27.8	130—116 m	115 m: —0,82°	34,40	Loser Schlamm	Trawl	1 Ex. R 90 mm
99	» . . . . . »	197—190 m	190 m: + 0,80°	34,72	» »	»	5 Ex. R 32—100 mm
93	Ekman Bay 20.8	44—55 m	+ 1,72°	—	Sehr zäher, stark roter Schlamm. Etwas Stein	»	1 Ex. R etwa 220 mm
104	Fjordstamm. Vordem Eingang in die Advent Bay 17.8	260 m	270 m: + 1,62°	34,79	Loser Schlamm	»	2 Ex. R 90, 168 mm

Ausserdem 3 Ex. R 170, 190, 205 mm, wahrscheinlich an St. 92, 98 oder (und?) 99 gesammelt.

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwed. Exped. 1861 und 1864: Eisfjord ohne Lokalangaben, 90, 90 bis 108 m (Riksmuseum, Stockholm). Helgoland-Exped. 1898: Fjordstamm, 210 bis 240 m, Schlamm (Ludwig 1900 a). Olga-Exped. 1898: Ostarm? (angeblich Sassen Bay, s. oben S. 19), 190 m, Schlamm (Döderlein 1900). Princ. Alice-Exped. 1898: Tempel Bay, 102 m, Schlamm (Koehler 1908). Russ. Exped. 1900: Fjordstamm, 243 m, Temp. — 0,8°, Schlamm und Grus (Michailovskij 1902).

Asterias panopla ist im Eisfjord entschieden spärlicher als *Asterias linckii*, kann aber nach unseren Beobachtungen keineswegs als selten bezeichnet werden.

Im Eisfjord ist diese Art ausschliesslich auf Schlammboden und gemischtem Boden gefunden worden, und es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, dass sie in der Regel auf solchem Grund lebt; mehrere Autoren verzeichnen jedoch Funde von reinem Steinboden, und die Art dürfte keine so reine Schlammart wie *A. linckii* sein.

Die Fundorte im Eisfjord liegen zwischen etwa 50 und 260 m. Obgleich die Funde noch ziemlich spärlich sind, kann man vorläufig annehmen, dass die Art im Eisfjord eine mehr beschränkte Vertikalverbreitung als in andern Gegenden hat (s. unten).

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 22.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: SW. vom Südkap, 128 m (Danielssen & Koren 1884); W. vom Hornsund, 115 m (Döderlein 1900); Eisfjord (s. oben); N. von Pr. Charles Foreland, 79° 10′ n. Br., 10° ö. L., 60 m (Schwed. Exped. 1900 [Zool. Mus., Uppsala]). Nordwestspitzbergen; 475 m (Danielssen & Koren 1884). Nordspitzbergen: N. von Westspitzbergen, 430 m (Koehler 1908); N. vom Nordostland, 40—195 m (Ludwig 1900 a). Ostspitzbergen: Storfjord, südlichster Teil, 139 bis 131 m (Michailovskij 1902); zwischen dem Südkap und Hopen Eiland, 160 m (Döderlein 1900). Zwischen dem Südkap und Beeren Eiland, 225 m (Danielssen & Koren 1884), 179 m (Döderlein 1900).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer, östl. bis 114° 35′ ö. L., 9 bis 18—72 m; Karisches Meer, 41—200 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886, Levinsen 1886, Holm 1887, Kalischewskij 1907, Grieg 1910, ferner Sluiter 1895). Matotschkin schar, 108 bis 120 m (Stuxberg 1882, 1886). Barentsmeer (und O. von Franz Josephs Land), 148—317 m (Danielssen & Koren 1884, Breitfuss 1903, Michailovskij 1905; ferner Sluiter 1895). Murmanküste: Kolafjord, 200 bis 350 m (Awerinzew 1909). Ostfinnmarken: Lang Fjord im Varangerfjord, 9 bis 54 m (Norman 1903). — Nordostgrönland, 48—300 m (Mortensen 1904, 1910, 1913); ferner Kolthoff-Exped. 1900: Eingang in den Franz Josephs Fjord, 200 bis 300, 300 m (Zoolog. Mus., Uppsala). — Westgrönland: Davis-Strasse, 68° 24′ n. Br., 54° 31′ w. L., 475 m (schwed. Exped. 1871 [Zool. Mus., Uppsala]); Umanakfjord, 468, 560 m (Mortensen 1913). — Jones Sund, 30—60 m (Grieg 1907 a).

Bathymetrische Verbreitung.

Die bathymetrische Verbreitung erstreckt sich von 18 m oder etwas weniger (9 bis 18 m: Stuxberg 1882) bis 560 m (also nicht von 10 bis 475 m, wie Mortensen neuerdings [1913] angibt). Die grosse Mehrzahl der Fundorte liegt unterhalb von 30 m; nur im Sibirischen Eismeer ist die Art in etwas seichterem Wasser gefangen worden (9 bis 18, 17 bis 20, 19 bis 20 m).

Thermopathie.

A. panopla lebt ausschliesslich in Wasser von negativer und niedrig positiver Temperatur. Das verhältnismässig gemeine Vorkommen im Eisfjord und an der übrigen

Fig. 22. *Asterias panopla.*

Küste von Westspitzbergen zeigt, dass sie keine hocharktische Art ist. Mehrere Tatsachen weisen jedoch bestimmt darauf hin, dass sie eine Zwischenstellung einnimmt zwischen den hocharktischen und den arktisch-eurythermen Arten, deren obere Temperaturgrenze bei + 2 bis + 3° liegt. In der boreoarktischen Region des Nordmeeres ist sie nur zweimal, an der Ostküste von Nordamerika nie angetroffen worden; in Nordostgrönland ist sie gemein, in Westgrönland, wo die Fauna seit längerer Zeit gründlich erforscht worden ist, offenbar sehr selten; dazu kommt, dass an keinem Fundort eine höhere Temperatur als etwa + 1,7° (Eisfjord; s. oben; S. u. O. vom Südkap Spitzbergens: Danielssen & Koren 1884, Döderlein 1900) beobachtet worden ist. Wahrscheinlich werden künftige Untersuchungen das Ergebnis liefern, dass die obere Temperaturgrenze etwas niedriger als bei den arktisch-eurythermen Arten liegt, z. B. bei ungefähr + 1,5°, obgleich das Tier ausnahmsweise in wärmerem Wasser vorkommen mag (der schwedische Fund in der Davis-Strasse).

Im Eisfjord ist *A. panopla* nicht, wie *A. linckii*, auf die inneren Fjordteile beschränkt, sondern lebt auch im Fjordstamm bis an den Eingang des Fjords. Aus diesem Umstand darf man jedoch nicht schliessen, dass sie ein weniger ausgeprägtes Kältetier sei. Die Funde in den äusseren Fjordabschnitten sind in ziemlich kaltem Wasser gemacht worden (höchste dort beobachtete Temperatur + 1,62°), und die Vertikalverbreitung scheint überhaupt auf die mittleren, kälteren Wasserschichten beschränkt zu sein. Die Verbreitung im Eisfjord scheint somit die Annahme zu bestätigen, dass *A. panopla* ein ausgeprägtes Kältetier ist.

Ophiura sarsii Lütken.

Verbreitung im Eisfjord.

Verzeichnis der Fundorte (s. Karte 1):

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse (Scheibendurchmesser)
42	Svensksundstiefe (Eingang in den Fjord) 24.7	406—395 m	382 m: + 2,61°	34,90	Loser Schlamm	Trawl	102 Ex. D 8,5, 16,5—20 mm
13	Eingang in die Safe Bay 16.7	125—150 m	125 m: + 0,87[III] 144 m: + 1,23°	34,52 bzw 34,54	Schlamm mit Schalen; *Balanus porcatus*-Gemeinschaft	»	4 Ex. D 18—21 mm
26	Ymer Bay 20 7	78—50 m	75 m: + 1,7°	—	Fester und zäher Schlamm	Kl. Dredge	1 Ex. D 23 mm
33	Fjordstamm 23.7	263—256 m	[+ 2 bis + 2,6°][IX]	—	Loser Schlamm	Trawl	33 Ex. D 7, 12, 14—23 mm
41	» 24.7	234—254 m	251 m: + 2,56°	34,96	» »	»	92 Ex.
21	Eingang in die Tundra Bay 20.7	71—68 m	— 0,93°	34,29	Sehr loser Schlamm, stellenweise Stein	»	1 Ex. D 20,5 mm
94	Fjordstamm 21.8	147—141 m	140 m: — 0,62°	34,49	Loser Schlamm mit kleinen Steinen	»	2 Ex. D 21, 25 mm
99	Nordarm 27.8	197—190 m	190 m: + 0,80°	34,72	Loser Schlamm	»	9 Ex. D 19—23 mm
79	Billen Bay 13.8	32—40 m	[+ 1,5 bis + 2°][XIX]	—	Grosse Steine mit *Lithothamnion*	Kl. Dredge	1 Ex.
48	Ostarm 31.7	199—226 m	210 m: + 1,27°	34,72	Loser Schlamm	Trawl	101 Ex. (5 Ex: D 18—19 mm)
104	Fjordstam 17.8	260 m	270 m: + 1,62°	34,79	» »	»	43 Ex. D 10 mm (1 Ex.), 12,5—13 mm (3 Ex.), 15,5—22 mm (39 Ex.)
44	Eingang in die Advent Bay 27.7	150—110 m	128 m: + 0,01°	34,54	Loser Schlamm mit Kies	»	14 Ex. D 20—23,5 mm
97	Fjordstamm 23 8	243—230 m	[+ 2 bis + 2,5°][IX]	—	Loser Schlamm	Trawl (Netz unklar)	1 Ex.
103	Green Bay nahe beim Eingang 17.8	130 m	+ 0,58°	—	Loser Schlamm. Einige Steine und *Balanus porcatus*	Trawl	2 Ex. D 20, 21 mm
130	Green Bay 30.8	40—45 m	—	—	Schlamm mit Algenresten	Kl. Dredge	1 Ex. D 23 mm
59	» » 3.8	Etwa 40 m	—	—	Sehr loser Schlamm mit Teilen von Landpflanzen usw.	»	4 Ex. D. 23, 24 mm
63	» » 5.8	16 m	—	—	Loser Schlamm	»	1 Ex. D 20 mm

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwed. Exped. 1864: Safe Bay, 54 bis 90 m, Schlamm, 1 Ex.; 1868: Green Bay, 54 m, Schlamm, 6 Ex. (Riksmuseum, Stockholm).

Helgoland-Exped. 1898: Eingang, 365 m, Schlamm, wenig Steine; Fjordstamm, 210 bis 240 m, Schlamm mit wenig Steinen (sehr zahlreich) (Grieg 1900). Olga-Exped. 1898: Green Bay, Eingang, 145 bis 180 m, Schlamm; Ostarm? (angeblich Sassen Bay, s. oben S. 19), 190 m, Schlamm (Döderlein 1900). Russ. Exped. 1900: Fjordstamm, 243 m, — 0,8°, Schlamm und Kies; 205 m, — 0,8° (Michailovskij 1902). Michael Sars-Exped. 1901: Fjordstamm, 260 m, + 1,4°; Green Bay, 140 m, + 1,1 (Grieg 1904). Princ. Alice-Exped. 1906: Advent Bay, 46 m (Koehler 1908).

Ophiura sarsii gehört zu den gemeinsten Echinodermen des Eisfjords, wenn sie auch sowohl in Häufigkeit wie Individuenzahl von einigen anderen Arten (*Ophiocten sericeum*, *Ophiacantha bidentata*, *Ctenodiscus crispatus*, *Strongylocentratus droebachiensis*) übertroffen wird. Wir fanden sie an 17 Fundorten, in zusammen etwas mehr als 400 Exemplaren.

Im Eisfjord ist diese Art mit einer Ausnahme (unserer St. 79, wo wir ein vereinzeltes Exemplar fanden) ausschliesslich auf reinem oder mit Steinen, Kies oder Schalen gemischtem Schlammgrund gefunden worden. Nach Grieg (1900) soll sie in den norwegischen Fjorden oft auf reinem Steingrund auftreten; nach unseren Beobachtungen unterliegt es jedoch keinem Zweifel, dass sie wenigstens im Eisfjord und wohl in der Regel eine typische Schlammart ist.

Tiefe in m																						
	5	9	24	28	30	32	38	39	66	67	70	74	75	76	77	84	108	111	112	115	121	123	128
10	**63**	7	25	36	37	52	57	65	71	72	85	91											
20	14	16	17	18	27	31	49	50	56	81	83	86	89	106	110	114	117	119	124	127			
30	**59**	**79**	6	8	15	60	73	87	90	126													
40	**130**	19	34	35	51	61	93	109	113	122													
50	45	53	54	116																			
60	**21**	**26**	80	82	92	125	129																
70	69	88																					
80	22	46	64	102																			
90	20	23	55	120																			
100	47	100																					
	78																						
	44	**103**	12	98	107																		
	13																						
150	**94**	101																					
	95																						
	99	105																					
200																							
	48	96																					
	97																						
	41	43																					
250	**33**	**104**																					
300	4																						
350																							
400	**42**																						

Die bathymetrische Verbreitung erstreckt sich von 16 m bis in die grösste Tiefe des Fjords. Oberhalb von 35 oder 40 m fanden wir nur ein einziges Exemplar, und noch zwischen 40 und mehr als 100 m fanden wir das Tier, wenn man die grosse Anzahl in dieser Zone ausgeführten Dredgungen berücksichtigt, unvergleichlich seltener als in grösserer Tiefe (vgl. das nachstehende Schema). Es könnte möglich erscheinen, dass diese Seltenheit in geringerer Tiefe nur darauf beruhe, dass hier meist mit kleinen Dredgen und oft an reinem Steingrund gedredgt wurde. Was die Zone 40—100 m betrifft, ist es in der Tat nicht unmöglich, dass die Art etwas häufiger ist, so gemein wie in grösserer Tiefe kann sie jedoch unmöglich sein. Das fast völlige Fehlen oberhalb von etwa 35 m kann unter keinen Umständen scheinbar sein; die Art tritt zweifellos nur ausnahmsweise oder vereinzelt hier auf. Sehr gemein und in grosser Individuenzahl lebt sie in der Tiefenmulde des Fjordstamms, von etwa 200 m an abwärts. — Über die beschränkte horizontale Verbreitung siehe weiter unten.

Die meisten von uns gesammelten Exemplare haben einen Scheibendurchmesser von 19—25 mm; Exemplare von 15—18 mm Durchmesser sind nicht selten, ganz kleine Exemplare (8—11 mm) fanden wir dagegen nur wenige. Das Material ist zu klein, um eine Behandlung der Frage nach dem Zuwachs und den Altersklassen zu erlauben. Nach Mortensen (1904) und Grieg (1904, 1907 a) haben in arktischen Gegenden in der Regel alle auf derselben Stelle gefangenen Exemplare ungefähr dieselbe Grösse und daher dasselbe Alter, obgleich bisweilen Individuen von zwei (oder drei) Jahresklassen zusammen auftreten können. Von unserem Material müssen die Exemplare von St. 42, 33 und 104 unbedingt mehr als einer Jahresklasse angehören; wegen der Seltenheit der kleineren Exemplare ist es nicht unwahrscheinlich, dass die grösseren Tiere, die eine einzige Grössenstufe von 14 oder 15—23 mm Scheibendurchmesser (Durchschnitt 19—20 mm) zu bilden scheinen, zu mehreren Altersklassen gehören.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 23, 24.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: SW. und W. vom Südkap, 179, 135 m; Belsund, 150 m; vor dem Eisfjord, 229, 761 m (Grieg 1893, 1900, Döderlein 1900); Eisfjord (s. oben); N. von Pr. Charles Foreland, 100 m (Schwed. Exped. 1900 [Zool. Mus., Uppsala]). Nordwestspitzbergen, 310—475 m (Grieg 1893, 1900, Koehler 1908). Nordspitzbergen: Wijde Bay, Hinlopen-Strasse, N. vom Nordostland, 85—480 m (Grieg 1900); Wijde Bay, 20 m (Koehler 1908). Ostspitzbergen: Storfjord, 70, 131 bis 139 m (Michailovskij 1902); SO. vom Südkap, 267 m (Grieg 1893; »St. 337», Druckfehler für St. 338). Beeren Eiland-Bank und Abhang, 110 bis 140—400 m (Grieg 1893, 1904, Döderlein 1900, Michailovskij 1902).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer bei den Neusibirischen Inseln und O. von Osttaimyr, 30—38 m (Kalischewskij 1907). [?? Karisches Meer].[1] Barentsmeer: [? SO. von Franz Josephs Land, 210 m; zweifelhafte Angabe, Bestimmung »nach

[1] Stuxberg (1878, 1882, 1886) verzeichnet *O. sarsii* von zahlreichen Stellen im Karischen Meer und angrenzenden Teil des sibirischen Eismeers. Schon Levinsen (1886) hat darauf aufmerksam gemacht, dass Stuxberg's »*O. sarsii* var. *arctica*» mit *Ophiopleura borealis* Dan. & Kor. identisch ist. Durch Untersuchung des im Reichsmuseum zu Stockholm aufbewahrten Materials der Vega-Expedition und der schwedischen Expeditionen 1875 und 1876 habe ich festgestellt, dass auch die nur als *O. sarsii* bezeichneten Exemplare zur erwähnten Art gehören. Unter den übrigen Autoren erwähnt Ruijs (1887) *O. sarsii* von nicht weniger als 55 Stationen im südöstlichen Teil des Karischen Meers. Da *Ophiopleura borealis* nicht erwähnt wird, von allen anderen Expeditionen (schwedische Expeditionen, Dijmphna-Expedition, russische Expedition 1900—1903, Belgica-Expedition 1907) aber nur diese Art, nicht *O. sarsii* in diesem Meer gefangen worden ist, muss diese Angabe als höchst zweifelhaft bezeichnet werden.

einer Zeichnung ausgeführt» (Marenzeller 1878)]; mittlerer und südlicher Teil, 93—375 m (D'Urban 1880, Hoffmann 1882, Grieg 1893, 1900, 1904 [auch »Heimdal 1900, St. 12: »: 93 m], Breitfuss 1903, Michailovskij 1905 [ferner Koehler 1909, ohne nähere Angaben!]). Murmanküste, 25, 50 bis 80—120 bis 200 m (Grieg 1900, Awerinzew 1909, ferner Pfeffer 1890, Derjugin 1906, 1912). Weisses Meer und Murmanküste ohne nähere Angaben (Jarzynsky 1885; nicht auf den Karten Fig. 23 u. 24 berücksichtigt). Ostfinnmarken, etwa 30—413 m (M. Sars 1861, Danielssen 1861, Norman 1903, Michailovskij 1905, Grieg 1904; Grieg 1903 und Nordgaard 1905, Fundort nach brieflicher Mitteilung: Sværholt). Westfinnmarken, kalte Fjorde, 50—293 m (Aurivillius 1886, Grieg 1893, Bidenkap 1899, 1899 a, Klær 1907). Zwischen Westfinnmarken und Beeren Eiland, 349—408 m (Grieg 1893, Koehler 1908). — Eingang in die Norwegische Rinne, 460 m (Grieg 1904). Färö-Shetland-Kanal, 520, 560, 620 m (Hoyle 1884, 1884 a, Bell 1892, s. auch W. Thomson 1873). Färö-Island-Rücken, 450, 480 m (Grieg 1904). O. von Island, 550—650 m (Grieg 1904, Koehler 1908). Ostküste von Island, 86 m (Schmidt 1904).

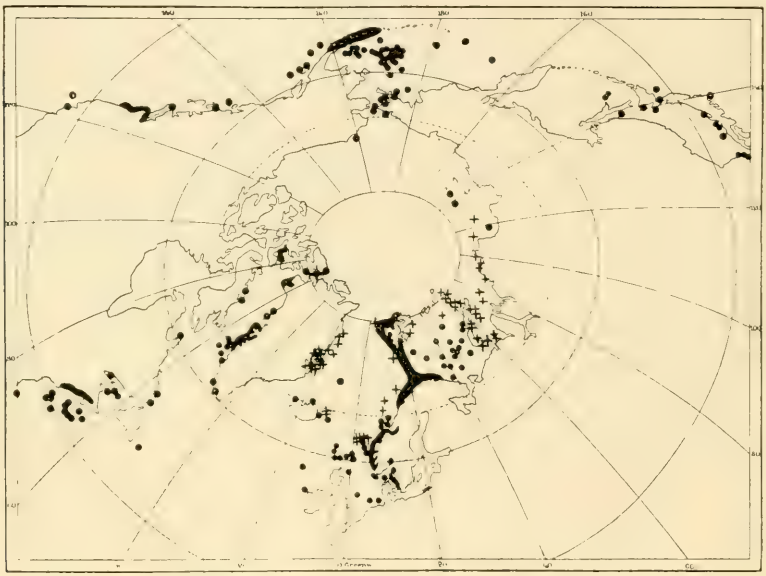


Fig. 23. · *Ophiura sarsii*, + *Ophiopleura borealis*.

— Jan Mayen, 50—174, 622 m (Fischer 1886, Grieg 1904, Mortensen 1913). Nordostgrönland, südlichster Teil (Hurry Inlet), 18 m (Mortensen 1904). — Westgrönland, etwa 15—475, 1300 bis 1400 m (Lütken 1855, 1857, 1858, Norman 1877, Holm 1889, Grieg 1893 a, 1907 a, Vanhöffen 1897, Mortensen 1913). Nordwestgrönland, 27 bis 36—63 bis 72 m (Rankin 1901). — Ellesmere Land, 18, 45 m (Duncan & Sladen 1877, 1878, 1881). Jones Sund und Nähe davon, 12—108 m (Grieg 1907 a, 1910 a). Ostküste von Baffin Land, 27—180 m (Grieg 1893 a). Östlicher Eingang in die Hudson-Strasse (Bell nach Whiteaves 1901). — Ostküste von Nordamerika: Nordostküste von Labrador, 27, 18 m (Packard 1866, Bush 1884); Golf von St. Lawrence, 45—450 m (Whiteaves 1871, 1872, 1874, 1901); Newfoundland-Bank, 155 m (Koehler 1898); Bay of Fundy bis Massachusetts Bay, Bänke vor der Küste, etwa 20—270, 550, 770 m (Stimpson 1854 [*Ophiolepis ciliata*], Lyman 1865, 1882, 1883, Verrill 1866, 1871, 1873, 1874, 1874 a [1885, oder nur warmes Gebiet?], Verrill & Rathbun 1880, Smith & Harger 1874, Ganong 1885, Fewkes 1891, Kingsley 1901, Clark 1905). — Pazifisches Gebiet und angrenzende Teile des Eismeers; Ochotschisches Meer und kaltes Gebiet des Japanischen Meeres (s. unten).

Boreale Region:

Westküste von Norwegen: Westfinnmarken bis Nordland, 45 bis 70, 177, 192 m (Bidenkap 1899 a, Döderlein 1900, Klær 1907, Koehler 1908), ferner »30—600 m» (Grieg 1903, Nordgaard 1905; keine Lokalangaben, nach brieflicher Mitteilung einige auf der Karte Fig. 24 eingetragene Fundorte im warmen Gebiet). Küstenplateau weiter südlich (s. die Karte), 216—440 m (Grieg 1893, Koehler 1908). Trondhjemsfjord bis Buk-

kenfjord, Fjorde und Küste, 20—500 und (Sognefjord) 1170 m (Lütken 1855, 1858, Danielssen 1859, G. O. Sars 1873, Möbius & Bütschli 1874, Storm 1878, Grieg 1893, 1896, 1897, 1898, 1904 [»Slindingen» = Borgundfjord], 1914, Appellöf 1896, 1897, Nordgaard 1907). Norwegische Rinne: Eingang und nördlicher Teil, 275—400 m (Grieg 1900, s. auch 1893); mittlerer Teil und Nordsee am Rand der Rinne, 306, 365, 103—190 m (Süssbach & Breckner 1911), (innerer Teil, s. unten). Offener Skagerak, Abhang der Norwegischen Rinne und seichtere Partien, 72 bis 90—230 m (Möbius & Bütschli 1874, Petersen 1889, 1913, Petersen & Levinsen 1900

Fig. 24. *Ophiura sarsii.*

Grieg 1904); Kristianiafjord, 36—90 m (M. Sars 1861, Hjort & Dahl 1900); schwedische Skagerakküste: Gullmarfjord, Väderöarna (Ljungman 1865, Théel 1907 [»in den tieferen Teilen des Fjords»]). Kattegatt, 25, in der Regel 54—90 m (Petersen 1889, 1893, 1894, 1913, Petersen & Levinsen 1900). Öresund, 20, 30 bis 33 m (Lönnberg 1898).

Nordsee: nordöstlicher Teil (s. oben); südlicher Teil: Helgoländer Tiefe, W. davon und Doggerbank, 35, 43, 22 m (Meissner & Collin 1874, Möbius & Bütschli 1874); O. von Schottland (Möbius & Bütschli 1874); Shetlandinseln, 115—190 m (Norman 1865, 1869, Hoyle 1884, Süssbach & Breckner 1911).

Färö-Bänke, 210—350 m (Grieg 1904). Rockall Bank (ohne nähere Angaben!) (Sladen 1897). W. von Irland? (Hoyle 1884; 1 jugendliches Exemplar; s. auch Nichols 1903). Island, Nordwestküste (Lundbeck 1893).

Ostküste von Nordamerika: SO. von K. Cod, etwas nördl. und südl. von 40° n. Br., 80—425 und—2895 m (Verrill 1880, 1882, 1885, Lyman 1883); etwas N. von K. Hatteras, 470 m (Lyman 1883).

Pazifisches Gebiet:

Nordküste von Alaska, 24 m (Murdoch 1885). Sibirische Nordküste, nördlicher Teil des Beringsmeers, 31—100 m (Vega-Exped. [Riksmuseum, Stockholm]). Beringsstrasse, Beringsmeer (Ludwig 1886). Beringsmeer, Be-

ring-Insel, Südküste von Alaska, Südostalaska, Brit. Columbia, Washington und Oregon bis 43° 46′ n. Br., Kalifornien 37° 8′, 36° 30′, 23—360 m; Ochotskisches Meer, Tataren-Golf, Japanisches Meer, Ostküste von Japan, 18—725 m; Ostchinesisches Meer im W. von Nagasaki (32° 27′ n. Br., 128° 34′ ö. L.; nicht auf der Karte Fig. 23), 325 m (Clark 1911).

Bathymetrische Verbreitung.

Die bathymetrische Verbreitung erstreckt sich von 12 bis nahezu 3000 m. Von grösserer Tiefe als 800 m liegen jedoch nur vereinzelte Funde vor: Sognefjord, 1170 m (Grieg 1896); südl. der Alaska-Halbinsel, 1250 m (Clark 1911); Ostküste von Nordamerika, 2900 m (Verrill 1885). Noch bis zu etwa 650 m ist die Art jedoch nicht selten, obgleich sie vielleicht schon in etwa 500 m Tiefe an Häufigkeit abnimmt.

In bezug auf die obere Grenze gilt wenigstens für alle arktischen Gegenden ungefähr dasselbe wie für den Eisfjord. Zwischen 40 oder 30 und 100 m ist die Art ziemlich überall gefunden worden, obgleich sie nach einigen Beobachtungen oft nicht so gemein wie in grösserer Tiefe ist; wenigstens zwischen 70 und 100 m kann sie jedoch sehr gemein auftreten (s. z. B. Clark 1911: 77 m: 5743 Ex.; 75 m: 491 Ex.). Aus geringerer Tiefe als 25 m ist das Tier insgesamt nur etwa 12 mal, oberhalb von 18 m nur 3 oder 4 mal, gefunden worden (Eisfjord 16 m; Westgrönland und Jones Sund, 12, 16 m).

In borealen Gebieten ist die Art bis zu etwa 50 m hinauf gemein; im übrigen kann man wohl behaupten — obgleich die Angaben teilweise etwas verschieden lauten oder mehr als dürftig sind — dass sie zwischen 20 und 50 m zwar nicht allzu selten beobachtet wird, doch nur mehr sporadisch auftritt (Mofjord, Hardangerfjord, Öresund, Nordsee, s. oben; Kattegatt, 25 in der Regel 55—90 m [Petersen 1893]). Da etwas ähnliches wenigstens in gewissen arktischen Gegenden der Fall ist, scheint ein grösserer Unterschied in der Vertikalverbreitung zwischen der borealen und der arktischen Region also nicht vorhanden zu sein; doch ist es sehr wohl möglich, dass die Art in jener oberhalb von etwa 50 m oder mehr noch seltener ist.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Die Verbreitung von *O. sarsii* im Eisfjord ist auf die äusseren Teile des Fjords beschränkt; der innerste Fundort liegt im äussersten Teil der Billen Bay, auf der das kalte Tiefenbassin absperrenden Schwelle. Da sowohl unsere eigenen wie die älteren Funde zahlreich sind, kann man kaum daran zweifeln, dass die Art in den innersten Buchten fehlt. Die am nächsten liegende Erklärung ist, dass sie die von einer gewissen Tiefe an hocharktischen Bedingungen dieser Gegend meidet; im äusseren Teil des Fjords fanden wir sie zwar auch in der Kaltwasserschicht, aber nur in vereinzelten Exemplaren; nur im warmen Wasser der grössten Fjordtiefe trat das Tier in grosser Menge auf. Mehrere Züge in der allgemeinen Verbreitung stimmen vorzüglich mit dieser Annahme überein: die grosse Seltenheit in Nordostgrönland (1 Fund im südlichsten Teil), in Ostspitzbergen (nur 2 Funde im südlichsten Teil des Storfjords), im nördlichen Teil des Barentsmeeres (vgl. die Karte Fig. 24 mit z. B. den Karten der Verbreitung von *Ophiocten sericeum* und *Ophiacantha bidentata*, S. 96 und 114), das wie es scheint vollständige Fehlen im Karischen Meer und benachbarten Teil des sibirischen Eismeers. Auch ist zu bemerken, dass die Art im Nordmeer nur bis zu 650 m Tiefe, in wärmeren Meeren wenigstens bisweilen viel tiefer hinabsteigt. Andererseits ist die Art verbreitet und teilweise gemein in einigen

wenigen anderen hocharktischen Gegenden: im östlichen Teil des sibirischen Eismeers (wenn die Bestimmung KALISCHEWSKIJ's richtig ist, was wohl vorausgesetzt werden muss), in Nordwestgrönland und im nordamerikanischen Archipel. Dieser Widerspruch scheint auf den ersten Blick jedem Erklärungsversuch zu trotzen; wenn man die Verbreitung einer anderen Ophiuride, *Ophiopleura borealis*, betrachtet, so findet man jedoch, wenn nicht des Rätsels ganze Lösung, so doch wenigstens einen Teil davon. Die Verbreitungsgebiete dieser hocharktischen Art und von *O. sarsii* schliessen einander, wie die Karte Fig. 23 zeigt, so gut wie vollständig aus; jene ist sehr gemein in den soeben erwähnten hocharktischen Gegenden, wo diese fehlt. Man darf sich wohl nicht einfach vorstellen, dass die beiden in derselben Tiefe und an ähnlichem Boden lebenden Tiere einander nicht ertragen; nach den Verbreitungsverhältnissen im Eisfjord und in Ostspitzbergen (wo beide Arten selten sind) wage ich folgende Ansicht zu formulieren: *O. sarsii* erträgt überall sehr gut die Bedingungen der niederarktischen Gegenden, d. h. Wasser von konstant oder periodisch niedrig positiver Temperatur; hocharktische Verhältnisse erträgt sie nur unter gewissen günstigen Bedingungen (also weniger gut), von denen eine das Fehlen von *Ophiopleura borealis* ist.

In der borealen Region lebt die Art oft in Wasser von fast konstanter Temperatur. Dies ist der Fall in der Norwegischen Rinne und auf dem Nordseeplateau am Rande derselben, wo die Temperatur, wie SÜSSBACH & BRECKNER (1911) bemerken, nie unter + 6° sinkt und wenig über + 7° steigt (s. Cons. perm. 1904 usw.). In der Tiefe der Skagerakfjorde ist die Temperatur ebenfalls wenig schwankend, obgleich durchschnittlich etwas niedriger. In den westnorwegischen Fjorden verhalten sich die tieferen Schichten ungefähr wie in der Norwegischen Rinne, in geringerer Tiefe findet man dagegen etwas grössere Schwankungen (50 m z. B. + 5,5—+ 10°) und dasselbe gilt von dem tiefen Teil des Kattegatts, wo das Maximum etwa + 9,5, das Minimum etwa + 4,5° beträgt (s. PETERSEN 1889 a, Cons. perm., l. c.).

Ophiura sarsii erträgt also gut, wie diese und andere Beobachtungen (vgl. auch CLARK 1911) zeigen, teils eine konstante Temperatur von + 6—+ 7°, teils ein Maximum von etwa + 10°. Sie ist ganz ausnahmsweise auch in wärmerem Wasser gefunden worden, z. B. in der südlichen Nordsee (auf der Doggerbank in 22 m Tiefe; das Maximum beträgt hier etwa + 16, das Minimum etwa + 5° [s. Cons. perm., l. c.], solche Funde bestätigen aber nur die Regel, dass die Art nur ausnahmsweise die oben angegebenen äussersten Grenzen überschreitet. Schwieriger ist es zu entscheiden, ob hier ausschliesslich eine Wirkung der Temperatur vorliegt. Die ganze Verbreitung, z. B. das Fehlen an den britischen Küsten, zeigt, dass die Art in der Regel eine konstante Temperatur von mehr als + 6 bis + 7° nicht erträgt, auch nicht eine Sommertemperatur von mehr als + 10°, wenn das Minimum bei + 5° oder höher liegt. Daraus folgt jedoch nicht, dass das Maximum von + 10° unter allen Umständen eine direkte Temperaturgrenze bedeutet. Im Kattegatt fällt die Verbreitung, wie die schematischen Karten PETERSEN's (1893) zeigen, genau mit dem tiefen, durch geringe Temperaturschwankungen ausgezeichneten Gebiet zusammen — und dasselbe ist wohl im Skagerak der Fall — hier sind aber die im Sommer stärker erwärmten Gebiete gleichzeitig so seicht, dass das Tier unabhängig von der Temperatur fehlen oder selten sein würde. Bei den gegenwärtigen Kenntnissen der Verbreitung und

Verbreitungsbedingungen muss man es daher unentschieden lassen, ob das Fehlen in Gebieten mit hohem Maximum und gleichzeitig sehr niedrigem Minimum eine direkte Folge der hohen Sommertemperatur ist (eine genauere Untersuchung der Verbreitung in borealen Gegenden würde zweifellos diese Frage ziemlich leicht lösen). Diese Auseinandersetzungen mögen als Haarspalterei erscheinen, da das Tier ja doch tatsächlich fast nie unter solchen Bedingungen vorkommt, die Sache hat aber eine gewisse Bedeutung, wenn es gilt, das Verhältnis von *O. sarsii* zu anderen Arten mit ähnlicher horizontaler Verbreitung, die solche Bedingungen ertragen, zu beurteilen.

Wie es sich auch hiermit verhalten mag, erhebt sich die Frage, ob die Eurythermie ursprünglich ist oder ob *O. sarsii* ursprünglich mehr arktisch gewesen ist. M. Sars (1861) fand, dass sie der ganzen norwegischen Küste entlang ziemlich gemein ist, aber in Finnmarken in grösserer Menge vorkomme und eine bedeutendere Grösse erreiche. Spätere Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass die Art in vielen borealen Gegenden sehr gemein ist (s. oben), an Stellen mit geeigneter Tiefe und günstigen hydrographischen Bedingungen ungefähr ebenso gemein wie im arktischen Gebiet; Appellöf konstatiert, dass sie in der Umgebung von Bergen ebenso gemein wie *O. albida* ist. Die Körpergrösse scheint, wie ausser M. Sars Grieg (1904) und Clark (1911) bemerken, in der borealen Region etwas geringer zu sein, oder wenigstens findet man dort nicht so grosse Exemplare wie die grössten arktischen. Die grössten bisher beobachteten Individuen hatten einen Scheibendurchmesser von 32 mm (Clark 1911; dass diese vom arktischen Teil des pazifischen Gebiets stammen, wird allerdings nicht ausdrücklich gesagt). So gross wird die Art jedoch in der Regel nicht; Grieg (1907 a) gibt ein Maximalmass von 28 mm, Lütken (1857, 1858) 27 mm, M. Sars (1861; Finnmarken) 24 mm an; das grösste von mir gemessene Exemplar aus dem Eisfjord hatte einen Scheibendurchmesser von 25 mm. Für die boreale Region liegen nur vereinzelte Angaben vor; im Gullmarfjord erreicht das Tier nach Ljungman (1865) einen Scheibendurchmesser von 24 mm; Lönnberg (1898) fand im Öresund ein Exemplar von 30 mm. Der Unterschied ist also nicht bedeutend und nicht ausnahmslos vorhanden.

Auch sonst sind keine Zeichen einer arktischen Herkunft nachweisbar. Über die Fortpflanzung ist fast nichts bekannt (nach Kiær 1907 ist die Art im boreoarktischen Balsfjord geschlechtsreif Mitte März). Gegen die Möglichkeit einer wirklich arktischen Herkunft spricht die beschränkte Verbreitung im arktischen Gebiet.

Ophiura robusta (Ayres).

Syn. *O. squamosa* Lütken.
O. maculata (Ludwig).

Mortensen (1904) hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die von Ludwig (1886) aus dem Beringsmeer beschriebene Art *Ophiura maculata* (für welche nach dem letzterwähnten Autor vielleicht am besten eine neue Gattung *Ophioglyphina* zu schaffen sei) sehr nahe mit *O. robusta* verwandt ist; sie müsse jedoch als eine selbständige Art aufrecht erhalten werden; neuerdings äussert Mortensen (1913) kurz, dass die beiden Arten wahrscheinlich identisch sind. Grieg (1907 a) kommt zu dem Ergebnis, dass *O.*

maculata nur als eine Varietät von *O. robusta*, nicht als eine selbständige Art beizubehalten ist. CLARK (1911) dagegen, der eine gute Beschreibung der pazifischen Form gibt und der mit *O. robusta* gut vertraut ist (CLARK 1904), hegt keine Zweifel an der Selbständigkeit der LUDWIG'schen Art; viele der von ihm untersuchten pazifischen Exemplare waren als *O. robusta* etikettiert, dies sei aber »clearly an error». Da diese Frage für die tiergeographischen Erörterungen bedeutungsvoll ist, habe ich versucht, sie definitiv zu lösen. Ich werde die angegebenen Unterschiede Punkt für Punkt durchgehen.

1. *O. maculata* ist nach LUDWIG vor allem durch den Mangel der Papillen an den Armausschnitten der Scheibe ausgezeichnet. MORTENSEN und GRIEG bemerken indessen, dass solche Papillen bisweilen auch bei *O. robusta* fehlen, und CLARK konstatiert, dass sie in der Regel bei der pazifischen Art vorhanden sind.

Fig. 25.

2. Die Farbe der pazifischen Art ist nach CLARK sehr variabel. Konstant ist jedoch »the division of each radial shield into a light outer and a dark inner half. This seems to be a helpful diagnostic mark for the species.» Alle im Eisfjord gefundenen Exemplare von *O. robusta* (ausser einigen wenigen, im Alkohol gebleichten) zeigen dieses Merkmal. Schon LÜTKEN (1858) hat übrigens die zwei hellen Flecke an der Basis jedes Armes beobachtet.

3. MORTENSEN hält 1904 *O. maculata* aufrecht, weil bei *O. robusta* die adoralen Papillen der innersten Tentakelporen nie mit den Mundpapillen vereinigt sind, wie es LUDWIG zeichnet. Nach GRIEG ist dies jedoch bisweilen der Fall. Ein Vergleich zwischen LUDWIG's und CLARK's Abbildungen von *O. maculata* und den besten Figuren von *O. robusta* (CLARK 1904, GRIEG 1907 a, MORTENSEN 1910, meine Fig. 25) zeigt, dass ein solcher Unterschied nicht vorhanden ist.

4. *O. robusta* hat nach den übereinstimmenden Angaben der Autoren 3 Armstacheln und 1 Ambulacralschuppe (Fusspapille, Tentakelpapille, »tentacle scale»); *O. maculata* hat nach CLARK 4 Armstacheln und keine Ambulacralschuppen oder Füsschenporen (»one of the most constant specific characters»). Ein Vergleich zwischen Fig 25 und den

Figuren von *O. maculata* zeigt, dass die Armstacheln und das ganze Armskelett vollständig übereinstimmend gebaut sind. Wenn CLARK ganz verschiedene Beschreibungen dieser Verhältnisse bei *O. robusta* (1904) und *O. maculata* (1911) gibt, so ist er in einen eigentümlichen Irrtum geraten: der innerste, kleine Stachel wird im ersten Falle als eine Ambulacralschuppe, im zweiten Falle als ein innerster gewöhnlicher Armstachel bezeichnet! Dieser kleine Stachel stellt in der Tat eine Ambulacralschuppe dar, welche den Füsschenporus versteckt, ist aber nur wenig umgewandelt (wie CLARK sich eigentlich das »Fehlen» von Füsschenporen vorstellt, ist ganz unverständlich).

5. An dem innersten Füsschenporus der Arme zeichnet CLARK ebenfalls nur eine solche Ambulacralschuppe; *O. robusta* hat dort nach GRIEG, CLARK und MORTENSEN 2 bis mehrere Schuppen (dieser Porus ist in der Regel der einzige, welche nicht von der Ambulacralschuppe verdeckt ist). Hierin scheint ja ein wirklicher, früher nicht erwähnter Unterschied vorhanden zu sein; besonders gross ist die Verschiedenheit zwischen der besten bisher existierenden Figur von *O. robusta* (MORTENSEN 1910, Taf. 16, Fig 1) und CLARK's Figuren der pazifischen Art. Meiner Erfahrung nach kommt die von MORTENSEN dargestellte Ausbildung der Schuppen jedoch nur ziemlich selten bei *O. robusta* vor (ausser dem Eisfjordmaterial habe ich Exemplare vom Kattegatt untersucht); dies ist der hauptsächliche Grund, warum ich eine eigene Figur beifüge. Meist findet man am ersten Armfüsschenporus eine grössere und 1 bis 3 (sehr oft 2) viel kleinere Schuppen. Bei der sonst vollständigen Übereinstimmung mit den Figuren CLARK's, kann man kaum daran zweifeln, dass er diese Gebilde übersehen hat. Jedenfalls ist *O. robusta* in dieser Hinsicht so variabel, dass man diesen Verhältnissen keine Bedeutung beimessen kann. — Auch an dem zweiten Porus findet man bisweilen, wie an der Figur MORTENSEN's, 2 Schuppen; dies ist jedoch nur ausnahmsweise der Fall und dürfte zweifellos auch bei der pazifischen Form vorkommen können.

Ich komme also zu dem Ergebnis, dass alle Unterschiede zwischen *O. robusta* und *O. maculata* nur scheinbar sind; die letztere kann auch nicht als eine Varietät beibehalten werden, sondern ist mit der atlantisch-arktischen Art völlig identisch.

Fundorte im Eisfjord:

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
119	Eingang in die Dickson Bay 26.8	44—14 m	—	—	Strauchförmiges *Lithothamnion* auf Schlammboden	Kl. Dredge	10 Ex. D 5—7,2 mm
121	Eingang in die Dickson Bay . . . . . »	5 m	[+ 3,7°]XXVIII	—	Schlamm mit Kies, Schalen und kleinen Steinen	»	1 Ex. D 4,2 mm
81	Eingang in die Billen Bay 14.8	26 m	+ 1,82°XX	33,77	Grösstenteils strauchförmiges *Lithothamnion*	»	2 Ex. D 6, 7 mm
47	Eingang in die Sassen Bay 29.7	97—120 m	wahrsch.VII etwa 0°[82 m: +1,71°]	—	Loser Schlamm	Ottertrawl	1 Ex. D 8,5 mm

Frühere Funde im Eisfjord:

Ältere schwedische Expeditionen, nach den Sammlungen des Riksmuseums, Stockholm: 1861: Sassen Bay, 36 m, Schlamm (1 Ex.); 1864: Safe Bay, 54—90 m, Schlamm (24 Ex.), und ohne Tiefenangabe. 1868: Advent Bay,

9 bis 18 m, Schlamm (nach der von LJUNGMAN geschriebenen Etikette; das Glas enthält jetzt keine Ophiuride). 1872—73: Skans Bay (Billen Bay), 27 m, Schlamm (1 Ex.).

Heuglinsche Exped. 1870: Advent Bay (LÜTKEN 1871 b, HEUGLIN 1874). Kükenthal's Exped. 1886: ohne Fundortsangabe, wie es scheint (vgl. MICHAILOVSKIJ 1902, p. 519), Eisfjord (PFEFFER 1894 a). Helgoland-Exped. 1898: Fjordstamm, 210 bis 240 m, Schlamm mit wenig Steinen (1 Exemplar, die Bestimmung nach der Stationsliste unsicher) (GRIEG 1900). Michael Sars-Exped. 1901: Fjordstamm, 260 m. + 1,4°, »recht gewöhnlich» (GRIEG 1904).

Ophiura robusta ist, wie aus den obigen Angaben hervorgeht, zweifellos im ganzen Eisfjord verbreitet, obgleich nirgends sehr häufig und meist in verhältnismässig beschränkter Individuenzahl auftretend. Sie ist früher, wenigstens hauptsächlich, auf Schlammboden angetroffen worden; Beobachtungen in andern Gegenden zeigen ebenfalls, dass sie

Fig. 26. *Ophiura robusta.*

auf solchem Grund gemein sein kann, allerdings vielleicht vorwiegend auf gemischtem Schlamm- und Sandboden. Nach unsern Funden ist die Art selten auf reinem Schlammgrund; im Eisfjord scheint sie verhältnismässig häufig unter Lithothamnien aufzutreten. Die vertikale Verbreitung erstreckt sich im Eisfjord nach den bisherigen Funden von 5 bis zu 260 m.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 26, 27.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: SW. und W. vom Südkap; vor dem Hornsund und dem Belsund, 70—179 m (GRIEG 1900, DÖDERLEIN 1900, MICHAILOVSKIJ 1902). Eisfjord (s. oben). Nordwestspitzbergen, 50, 24 m. Nordspitzbergen: Treurenberg Bay, N. und NO. vom Nordostland, 40—95 und(?) (Bestimmung unsicher) 1000 m (GRIEG 1900, 1909). Ostspitzbergen: Hinlopen-Strasse, K. Karls Land, Storfjord und Umgebung, Hopen Eiland, 18 und 27—120 m (PFEFFER 1894, GRIEG 1900, MICHAILOVSKIJ 1902, KOEHLER 1908). Zwischen dem Südkap und Beeren Eiland, 179 m (DÖDERLEIN 1900). [Ferner LJUNGMAN 1867: »Spitzbergen».]

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Karisches Meer an der Küste von Novaja Semlja, Matotschkin schar, Karische Pforte, 27—212 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886). Barentsmeer, östlicher Teil. 80—211, 275 m (Marenzeller 1877, Stuxberg 1878, 1886, D'Urban 1880, Ruijs 1887, Michailovskij 1905, Grieg 1904, 1910, ferner Hoffmann 1882). Franz Josephs Land, 26 m (Michailovskij 1905, ferner Nobili 1903). Weisses Meer, Murmanküste und Barentsmeer davor, 65—128 m und ohne Tiefenangaben (Pfeffer 1890, Knipowitsch 1893, Grieg 1900, ferner Jarzynsky 1885). Ostfinnmarken (Norman 1903, Grieg 1903, ferner M. Sars 1861, Danielssen 1861). Nordwestnorwegen, kalte Fjorde (s. unten). — Jan Mayen, 25—245 bis 260 m (Fischer 1886, Mortensen 1904, Grieg 1904). Nordostgrönland, 6 bis

Fig. 27. *Ophiura robusta.*

10—169 bis 178 m (Mortensen 1904, 1910); ohne nähere Angaben (Möbius 1874); ferner schwed. Exped. 1900: etwa 74° 30′, 80 bis 100 m (Zool. Mus., Uppsala). Südostgrönland, 55 bis 90 m (Mortensen 1913). — Westgrönland, 10—410 m (Lütken 1855, 1857, 1858, Stimpson 1864, Norman 1877, Duncan & Sladen 1878, Grieg 1893 a, Mortensen 1913, ferner Lyman 1865). Nordwestgrönland, 5,5—63 m (Ives 1892, Rankin 1901, ferner Stimpson 1864). Ellesmere Land, 27—125 m (Duncan & Sladen 1877, 1878, 1881). Jones Sund und Nähe davon, 10—108 m (28 Fundorte) (Grieg 1907 a). Barrow-Strasse (Forbes 1852 [*O. fasciculata*]). Pr. Regents Inlet, 12 m; Ostküste von Baffin Land, Cumberland-Golf, 27—108 bis 180 m (Grieg 1893 a). Eingang in die Hudson-Strasse (Bell nach Whiteaves 1901). — Ostküste von Nordamerika: Nordostecke von Labrador, 3,5 bis 5,5, 18 m (Bush 1884); Golf von St. Lawrence, 36—90, 198—395 m (Whiteaves 1901, ferner Packard 1863); »Newfoundland» (Lütken 1858; nicht auf der Karte Fig. 26 berücksichtigt); N. Scotia bis K. Cod, Küste und Bänke, Ebbegrenze—etwa 200 m (Stimpson 1853, Verrill 1866, 1871, 1874, 1874 a, Smith & Harger 1872, Clark 1905, ferner Ayres 1852, Lyman 1865, Verrill & Rathbun 1880, Kingsley 1901, Clark 1904). — Pazifisches Gebiet: Nordküste von Alaska, Beringsstrasse und angrenzender Teil des Beringsmeers, 6 bis 10—237 bis 244 m (Murdoch 1885, Ludwig 1886, Clark 1911).

Boreale Region:

Westküste von Norwegen: Westfinnmarken und Lofoten, teils im kalten, mehrere Funde auch im warmen Gebiet, 20—100 m (LÜTKEN 1858, GRIEG 1893, 1903, BIDENKAP 1899, 1899 a, DÖDERLEIN 1900, NORMAN 1903, KOEHLER 1908, ferner M. SARS 1861, DANIELSSEN 1861). Trondhjemsfjord, 18—70 m (STORM 1878). Kristiansund bis Hardangerfjord, Fjorde und Küste, 20, 35—etwa 300, 433 m (LÜTKEN 1858, DANIELSSEN 1859, M. SARS 1861, G. O. SARS 1873, GRIEG 1889, 1893 [auch NO. vom Eingang der Norwegischen Rinne, 433 m], 1896, 1898, 1914, APPELLÖF 1896, 1897, NORDGAARD 1907); ferner Zoolog. Mus., Uppsala: Florö, Laminariazone (S. BOCK).

Skagerak: offener Skagerak; 93, 144 m, (MÖBIUS & BÜTSCHLI 1874), 64 m (SÜSSBACH & BRECKNER 1911); norwegische Küste ohne Lokalangaben, selten (M. SARS 1861); Kristianiafjord (G. O. SARS 1873). Schwedische Küste: Koster, 27 bis 54 m; Väderöarna; Gullmarfjord (Riksmuseum, Stockholm) (LJUNGMAN 1867: Bohuslän ohne nähere Angaben). Kattegatt, südlicher Teil und Samsö-Belt, 18—80 m (PETERSEN 1889, 1913, ferner LÜTKEN 1871); Skelderviken und Umgebung, 24—28 m und tiefer (LÖNNBERG 1903, ferner [»Kullen»] LJUNGMAN 1867). Öresund, nördlicher Teil (LÜTKEN 1855, 1857, 1858 [18 bis 32 m], 1871, LYMAN 1865, LÖNNBERG 1898, PETERSEN 1913 [14 bis 18—28 m]; südlicher Teil: Taarbæk (LÜTKEN 1857); Hollændertiefe (zwischen Saltholm und Amager) (LÜTKEN 1871; 1888 nach PETERSEN hier nicht mehr vorhanden). Grosser Belt, 20 bis 25—43 m (MÖBIUS & BÜTSCHLI 1874, PETERSEN 1913, ferner LÜTKEN 1871).

Nordsee: Rand der Norwegischen Rinne, 102 m; mittlerer Teil (SÜSSBACH & BRECKNER 1911). Moray Firth, 18 bis 32, 45 bis 60 m (PEARCEY 1902); Banff (NORMAN 1865); Küste von Northumberland und Durham (Berwick, 37 bis 70 m; Cullercoats, Seaham und ohne nähere Angaben) (NORMAN 1865, HODGE 1871). Shetland-Inseln, 108 m (NORMAN 1869).

Färöer (LÜTKEN 1858). Island, Nordwestküste (LUNDBECK 1893).

Ostküste von Nordamerika: K. Cod (s. oben). Nach CLARK (1904) ist die Art sogar »possibly in deep water to Porto Rico» verbreitet; dieso Angabe muss bis auf weiteres als ganz zweifelhaft betrachtet werden.

Bathymetrische Verbreitung.

In der arktischen Region lebt *O. robusta* vom Ufer oder sehr unbedeutender Tiefe (s. oben) an bis in etwa 400 m Tiefe (WHITEAVES 1901: 395 m, MORTENSEN 1913: 410 m); dazu kommt ein zweifelhafter Fund in 1000 m Tiefe (s. oben). Ob sie schon in der Uferzone ebenso häufig lebt wie in grösserer Tiefe, muss dahingestellt bleiben, da die meisten Autoren nichts über die Anzahl der gefundenen Exemplare mitteilen; jedenfalls kann man sie schon in etwa 10 m Tiefe gemein antreffen (s. MICHAILOVSKIJ 1902: Storfjord, 9 m, sehr zahlreich). Nach unten zu nimmt sie an Häufigkeit ab; über Funde in mehr als 275 m Tiefe finden sich nur die oben erwähnten Angaben.

In der borealen Region ist die untere Verbreitungsgrenze zweifellos ungefähr dieselbe wie unter arktischen Bedingungen (ein Fund in 433 m Tiefe; GRIEG 1893). In bezug auf die obere Vertikalgrenze lässt sich mit Sicherheit sagen, dass die Art noch bis zu 20 oder 25 m hinauf gemein ist (s. besonders PETERSEN 1889, LÖNNBERG 1903, NORDGAARD 1907, GRIEG 1914); in geringerer Tiefe ist sie hier nie beobachtet worden.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Ophiura robusta ist verhältnismässig eurytherm; sie lebt sowohl unter ausgesprochen hocharktischen wie unter borealen Bedingungen. Als obere Temperaturgrenze kann, wie in den meisten Fällen, keine allgemein gültige Ziffer angegeben werden, doch sind in einigen Gegenden die Lebensbedingungen ziemlich gut bekannt. Im Kattegatt, wo die Art in grosser Anzahl auftritt, steigt die Sommertemperatur in 20—30 m Tiefe zu ungefähr + 15° (doch ist es möglich, dass die Art nur ganz vorübergehend in mehr als + 12 oder 13° warmem Wasser lebt; die höchste während »Hauchs» Fahrten an den Fundorten beobachtete Temperatur beträgt + 12,7°); die Wintertemperatur ist dagegen sehr niedrig (s. PETERSEN 1889 a, Cons. perm. 1907 u. a.). Im Skagerak, am Rande und

Eingang der Norwegischen Rinne, sowie in der Tiefe der westnorwegischen Fjorde lebt die Art in Wasser, dessen Temperatur im ganzen Jahre nur zwischen etwa + 6° (oder weniger) und + 7,5° wechselt (s. z. B. Süssbach & Breckner 1911; Jahresamplitude an zwei Fundorten + 6—+ 7,53°, + 5,59—+ 7,6°). Bisweilen scheint die Art, wie in den oberen Schichten der norwegischen Fjorde, eine Jahresamplitude von etwa + 6—etwa + 12° zu ertragen (im Hardangerfjord gemein in 40—100 m Tiefe; Maximum + 11 bis 12°; s. Grieg 1914). Nach den spärlichen vorliegenden Angaben scheint sie jedoch in den meisten Fjorden eigentlich erst in tieferen Wasserschichten mit niedrigerer Sommertemperatur zu leben. Die obere Temperaturgrenze von + 12° bis 15° gilt daher mit Sicherheit nur für den Fall, dass die Wintertemperatur sehr niedrig ist; es ist möglich, dass bei einer Wintertemperatur von etwa + 6° auch im Sommer keine wesentlich höhere Temperatur ertragen wird.

Die Frage nach der Herkunft von *O. robusta* wird in der Literatur nicht berührt — sie wird nur z. B. von M. Sars schlechthin als arktisch bezeichnet —, obgleich die Annahme eines arktischen Ursprungs näher liegt als bei vielen Arten mit ähnlicher Verbreitung.

In ihrem Bau zeigen die borealen Exemplare keine abweichenden Charaktere; ich habe die Eisfjordexemplare mit Tieren aus dem Kattegatt (Riksmuseum, Stockholm) verglichen und keine Unterschiede entdecken können. Dagegen ist ein deutlicher Grössenunterschied vorhanden. An arktischen Küsten erreicht die Scheibe einen Durchmesser von 10 mm, ausnahmsweise etwas mehr (s. Lütken 1858, M. Sars 1861, Duncan & Sladen 1881, Fischer 1886 [12 mm], Grieg 1900, 1904 [7—10, meist 9 mm], Michailovskij 1902). Im Süden bleibt die Art kleiner, obgleich wenige Angaben über die Grösse vorliegen (s. Lütken und M. Sars, nach dem ersteren [1858] höchstens 7 mm).

Im südlichen Teil des Kattegatt (und im nördlichsten Teil des Öresunds) ist *O. robusta* gemein, zweifellos kaum seltener als in arktischen Gegenden (s. oben). Dieser Umstand scheint ja darauf hinzudeuten, dass sie ebensogut an boreale wie an arktische Bedingungen angepasst sei. Wenn man die Verbreitung innerhalb der ganzen borealen Region genauer analysiert, so bekommt man jedoch einen etwas andern Eindruck. Zunächst ist zu bemerken, dass das boreale Verbreitungsgebiet eine geringe Ausdehnung hat (nicht in der mittleren und südlichen Nordsee, an den westlichen britischen Küsten usw.). An der skandinavischen Westküste hat die Art zweifellos eine ziemlich kontinuierliche Verbreitung, doch scheint sie an den meisten Stellen viel weniger häufig als im südlichen Kattegatt zu sein. Über das Vorkommen an der Küste von Bohuslän ist nichts Genaueres bekannt. Ljungman (1864) sagt nur »selten in Bohuslän gefunden (Lovén)», und neuere Angaben fehlen. Vom südlichen Teil der norwegischen Westküste kann man mit Sicherheit sagen, dass dort das Tier unvergleichlich seltener ist als im südlichen Kattegatt und an arktischen Küsten; die Anzahl der Fundorte ist zwar ziemlich bedeutend, in den meisten Fällen wird aber ausdrücklich angegeben, dass es sich um vereinzelte Funde von einzelnen Exemplaren handelt (Grieg 1896, 1914); nur an einzelnen Lokalitäten ist die Art gemein: in einem kleinen Gebiet des Hardangerfjords (Grieg 1914) und an dem Abhang vor Kristiansund in 180 m Tiefe (G. O. Sars 1873). An der Küste von Schottland und England ist sie nach übereinstimmender Angabe der Autoren selten (Hodge 1871: »rare», »very rare»).

Diese Tatsachen beweisen zweifellos nicht, dass *O. robusta* ursprünglich arktisch gewesen ist, doch sind sie gut mit der Annahme vereinbar, dass sie sich bis zu einem gewissen Grade sekundär den borealen Bedingungen angepasst hat. Der Umstand, dass die Art im südlichen Kattegatt auffallend gemein ist, spricht nicht gegen diese Annahme — nämlich unter der Voraussetzung, dass sie wirklich in der übrigen borealen Region viel seltener ist —, da dieses Gebiet überhaupt durch kräftige Entwicklung einiger arktischen Elemente charakterisiert ist. Biologische Untersuchungen sind zu einem volleren Verständnis der Verbreitung nötig; die Fortpflanzungsverhältnisse sind ganz unbekannt (GRIEG [1893 a] findet es — aus welchen Gründen wird nicht angegeben — wahrscheinlich, dass die Laichzeit bei Westgrönland und Baffins Land in den Oktober fällt).

Ophiura nodosa LÜTKEN.

Verbreitung im Eisfjord.

Verzeichnis der Fundorte (s. Karte 3):

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
72	Advent Bay 10.8	11—15 u. 19 m	[+ 3 bis +4°]XV	—	Sehr loser Schlamm	Kl. Dredge	244 Ex. D 2—9,5 mm
73	» » 11.8	35—30 m	[+2 bis+2,7°]XVI	—	*Balanus porcatus*-Gemeinschaft, Kies und Stein	»	5 Ex. D 4,3—7,5 mm
19	Coles Bay 18.7	50 m	[+ 1,97°]VI	34,51	Zäher, aber loser Schlamm	»	9 Ex. D 2,5—7 mm
32	» » 22.7	3—4 m	[etwa + 5°]VIII	—	Sehr loser Schlamm	»	7 Ex. D 5—9 mm
127	Fjordstamm 30.8	25 m	[+ 3 bis + 3,5°]XXXII	—	Zäher Schlamm	»	176 Ex. D 2,5—11 mm
59	Green Bay 3.8	Etwa 40 m	—	—	Sehr loser Schlamm mit Teilen von Landpflanzen usw.	»	2 Ex. D 10, 11 mm
67	» » 6.8	2 m	[etwa + 5°]XII	—	Loser Schlamm mit modernden Pflanzenteilen	»	4 Ex. D 7—9 mm

[Ausser im Eisfjord fanden wir *O. nodosa* im Hornsund, Goës' Bay, 10.7, 25 m, Schlamm mit etwas Kies; 13 Ex. D 3,2—12 mm.

Frühere Funde im Eisfjord:

Ältere schwedische Expeditionen, nach den Sammlungen des Riksmuseums, Stockholm: 1858: Advent Bay, 45 bis 90 m, Schlamm. 1861: Advent Bay, 36 bis 54 m, Schlamm, etwa 20 Ex., sehr klein bis zu 9 mm Scheibendurchmesser; Sassen Bay, 45 m, Schlamm, 17 Ex., sehr klein bis zu 7,8 mm Scheibendurchmesser. 1864: Safe Bay, 54 bis 90 m, Schlamm, 18 Ex. 1868: Advent Bay, 18 bis 27 und 36 bis 54 m, Schlamm, 6 Ex.; Green Bay, 9 bis 27 m, 1 Ex. 1872—73: Skans Bay (Billen Bay), 27 m, Schlamm, 1 Ex.

Heuglin'sche Exped. 1870: Advent Bay (LÜTKEN 1871 b, HEUGLIN 1874). Kükenthal's Exped. 1886: ohne Fundortsangabe, wie es scheint (vgl. MICHAILOVSKIJ 1902, p. 519) Eisfjord (PFEFFER 1894 a). Schwed. Exped. 1890: Safe Bay, 54 bis 72 m, Schlamm (KLINCKOWSTRÖM 1892).

Wie aus unseren und den älteren schwedischen Funden hervorgeht, ist *Ophiura nodosa* gar nicht so selten im Eisfjord oder in einem Teil davon, wie man nach den bisher veröffentlichten Angaben vermuten könnte. Sie ist vorwiegend auf Schlammboden gefunden worden. Die Angabe GRIEG's (1900), dass sie »den härten Grund vorzuziehen» scheint, kann daher wenigstens für den Eisfjord nicht richtig sein; wenn man die übrigen in der Literatur vorhandenen Angaben vergleicht (s. besonders STUXBERG 1878, 1886,

Ruijs 1887, Pfeffer 1894, Michailovskij 1902, Kalischewskij 1907, Clark 1911), so bekommt man den bestimmten Eindruck, dass die Art überall vorwiegend auf Schlamm- und Sandgrund lebt, obgleich sie nicht allzu selten auch auf steinigem Boden auftritt.

Die Tiefen der Fundorte schwanken im Eisfjord zwischen 2 und etwas mehr als 50 (möglicherweise 90) m. Wenn das Tier auch, nach dem Verhalten in anderen Gegenden zu urteilen (s. unten), sporadisch auch in grösserer Tiefe auftreten mag, so berechtigen jedoch besonders die negativen Ergebnisse unserer tieferen Dredgungen zu der Schlussfolgerung, dass die bathymetrische Verbreitung im Eisfjord ganz überwiegend auf die obere Zone des Fjords bis zu durchschnittlich 60 m hinab, beschränkt ist.

Unsere Fundorte liegen alle an der Südküste der äusseren Fjordhälfte (s. die Karte 3); früher ist das Tier vorwiegend in demselben Gebiet, nur einmal weiter innen gefunden worden. Es könnte verlockend erscheinen, diese eigentümliche Verbreitung durch die Annahme zu erklären, die Art sei an den wärmsten Teil des Fjords gebunden. In der übrigen Verbreitung findet man jedoch keine Anhaltspunkte für eine solche Auffassung; wenn es auch nicht ganz ausgeschlossen ist, dass die Art ausgesprochen hocharktische Verhältnisse meidet, so ist sie jedenfalls keine so ausgeprägte Wärmeart, dass sie nicht die Bedingungen in den inneren Teilen des Eisfjords ertragen könnte. Ich kann daher *O. nodosa* nicht in Gegensatz zu *Asterias linckii* — die Verbreitungsgebiete dieser Arten schliessen ja einander vollständig aus — und anderen Kältearten setzen. Die Art ist nicht so häufig, dass unsere Funde die wirkliche Verbreitung widerspiegeln muss; wenn sie jedoch zweifellos seltener in den inneren Fjordteilen ist, so mag dies darauf beruhen, dass der Boden oder die Nahrungsverhältnisse hier weniger günstig sind (teilweise vielleicht auf der weiten Verbreitung von rotem Schlamm, der von vielen Tieren gemieden wird).

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 28.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: Hornsund, 5,5 bis 13—27,5 bis 81 m (Michailovskij 1902); 25 m (s. oben); Eisfjord (s. oben); Kings Bay, 10 bis 12 m (Koehler 1908). Ostspitzbergen: K. Karls Land, Storfjord und Umgebung, 7,5 bis 5—47, 90 m (Pfeffer 1894, Grieg 1900, Michailovskij 1902, ferner Lütken 1871 b, Heuglin 1874). [Ferner Ljungman 1867: Spitzbergen.]

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer: Neusibirische Inseln und Westtaimyr, 42, 52 m (Kalischewskij 1907). Karisches Meer, Jugor schar, 14 bis 18—180 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886, Levinsen 1886, Ruijs 1887). Barentsmeer, südöstlicher Teil; Westküste von Novaja Semlja und Matotschkin schar, 1—125 m (Stuxberg 1878, 1886, Ruijs 1887, Grieg 1904 [auch »Heimdal 1900, St. 12»: 93 m], 1910, Michailovskij 1905, Kalischewskij 1907) (ferner Koehler 1909: »Novaja Semlja»). Weisses Meer: Eingang, 65 m (Grieg 1900); Solowetskij-Insel, 0,5—50 m (Stieren 1895, ferner Knipowitsch 1893); ohne nähere Angaben (Jarzynsky 1885). — Westgrönland, 8 bis 21—360 bis 380 m (Norman 1877, Grieg 1893 a, Mortensen 1913, ferner Lütken 1857, 1858, Lyman 1865). Pr. Regents Inlet, 12 m; Ostküste von Baffin Land; Cumberland Golf, 54 m (Grieg 1893 a). — Labrador; Strait of Belle Isle, Ebbegrenze—45 m (Packard 1863, ferner Lyman 1865). Golf von St. Lawrence (Packard 1866, Whiteaves 1901). »Newfoundland» (Lütken 1858; nicht auf der Karte Fig. 28). — Pazifisches Gebiet und angrenzende Teile der Eismeers (hier auch nicht arktische Gegenden): sibirische Nordküste, 9, 16 bis 27 m (Stuxberg 1882); Nordküste von Alaska, Beringsstrasse und sibirische Küste SW. davon, 5—30 m (Murdoch 1885, Ludwig 1886, Clark 1911); Beringsmeer, östlicher Teil, 22—60 m (einige Fundorte mit auffallend hoher Wassertemperatur, bis + 7,89°); Sitka (Südostalaska), 18 bis 45 m; Ochotskisches Meer O. von Sachalin, 72—195 m (Clark 1911).

Bathymetrische Verbreitung.

Die bathymetrische Verbreitung erstreckt sich vom Ufer bis in nahezu 200 m Tiefe

(Lütken 1886: 180 m; Clark 1911: 195 m), nach einer vereinzelten Angabe sogar bis etwa 370 m Tiefe (Mortensen 1913: N. Strömfjord, »8—380 m»; der tiefste Fundort liegt nach anderswo veröffentlichten Angaben in 360 bis 380 m Tiefe). Es unterliegt jedoch kaum einem Zweifel, dass die Art überall, wie im Eisfjord, vorwiegend oberhalb von 50 bis 60 oder wenigstens etwa 70 m lebt. Aus grösserer Tiefe stammen nur vereinzelte Funde: Lütken 1886: 18—180 m ohne nähere Angaben über die Verteilung der Funde; Grieg 1900: 90 m, 1904: 93 m,; Kalischewskij 1907: 85 m. In Widerspruch zu den meisten Funden stehen die Angaben von Ruijs (1887), nach denen die holländische Expedition 1882—83 *O. nodosa* im Karischen Meer (und SW. von Novaja Semlja) an 20

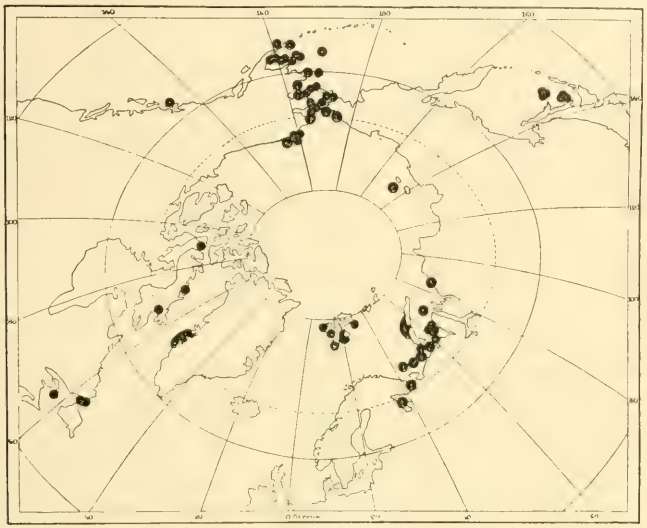


Fig. 28. *Ophiura nodosa.*

Stellen in 91—169 m Tiefe fand. Gegenüber dem negativen Ergebnis der meisten übrigen Beobachtungen kann man jedoch auch diesen Funden keine grosse positive Bedeutung beimessen; sie beweisen höchstens, dass im Karischen Meer ganz spezielle Verhältnisse obwalten. Dasselbe gilt vom Ochotskischen Meer, wo von den Albatross-Expeditionen 10 Funde in 72—195 m Tiefe gemacht wurden (Clark 1911).

Thermopathie.

In einigen hocharktischen Gegenden (Nordostgrönland u. a.) ist *O. nodosa* nicht beobachtet worden, nach der übrigen Verbreitung muss man jedoch voraussetzen, dass sie unter hocharktischen Bedingungen gut gedeiht.

Zahlreiche Beobachtungen lehren, dass *O. nodosa* häufig in Wasser von niedrig positiver Sommertemperatur (0 bis etwa + 3°) lebt. Es wirkt daher auf den ersten Blick befremdend, dass sie im grössten Teil der europäisch-boreoarktischen Region nie beobachtet worden ist; es ist wohl gar nicht unmöglich, dass man sie dort finden wird, doch muss sie sehr selten sein. Die Erklärung ist jedoch einfach; *O. nodosa* lebt (wie *Stichaster*

albulus) vorwiegend in seichtem Wasser und würde daher besonders in den wärmeren Teilen der boreoarktischen Region einer Erwärmung des Wassers bis zu bedeutend mehr als + 3° zu ausgesetzt sein.

Im Eisfjord fanden wir die Art sogar zweimal in etwa + 5° warmem Wasser; im pazifischen Gebiet ist sie nach Clark wiederholt in ebenso warmem und noch wärmerem Wasser gefunden worden. Daraus darf man jedoch nicht schliessen, dass die normale obere Sommertemperaturgrenze wirklich so hoch liegt. Eine genauere Betrachtung der Verbreitung im pazifischen Gebiet lehrt jedenfalls, dass kein tiefgreifender Unterschied gegenüber den typischen panarktischen Arten oder zwischen der Verbreitung hier und im Nordmeer vorliegt; die Art ist nämlich fast ausschliesslich auf das Beringsmeer und das Ochotskische Meer beschränkt; an dem einzigen Fundort im wirklich warmen Gebiet (Sitka) sind nur zwei sehr kleine Exemplare gefunden worden.

Ophiocten sericeum (Forbes).

Syn. *Ophiocten kröyeri* Lütken.

Grieg (1904) unterscheidet von *Ophiocten sericeum* zwei Formen, »eine hocharktische Kaltwasser- und eine südlichere Warmwasserform». Die Kaltwasserform ist grösser und hat verhältnismässig kurze und robuste Arme; die Mundschilder sind ebenso breit wie lang oder nur unbedeutend länger; die Armbauchplatten sind kurz (»schmal») aber breit; der distale Rand der inneren Armrückenplatten ist mit Papillen versehen. Die mit *Ophioglypha gracilis* G. O. Sars (1872) identische Warmwasserform ist kleiner (Scheibendurchmesser bis 9 mm) und hat dünnere, schlankere Arme (nähere Angaben über die Länge fehlen; nach Sars beträgt die Länge bis 5,5 mal des Scheibendurchmessers); die Mundschilder sind länger als breit; die Armbauchplatten sind rudimentär und die Papillen der Armrückenplatten fehlen; auch die Papillen des Scheibenrandes sind weniger gut entwickelt.

Gegen diese Auffassung wendet sich Koehler (1908); seine Untersuchung von Exemplaren aus West- und Nordspitzbergen führte zum Ergebnis, dass die jüngeren Exemplare mit der Warmwasserform übereinstimmen, um mit zunehmender Grösse den Charakter der typischen arktischen Form zu erhalten.

Nach einer Untersuchung der Eisfjordexemplare und des von der Kolthoff-Expedition an der Küste von Westspitzbergen und Nordostgrönland gesammelten Materials bin ich zu folgenden Ergebnissen gekommen. Das grösste beobachtete Exemplar (St. 88) hatte einen Scheibendurchmesser von 17,7 mm; Exemplare von 14—15,5 mm waren gemein (die meisten Autoren geben für die arktische Form einen maximalen Scheibendurchmesser von 14—15 mm an, in Jones Sund wurden jedoch Exemplare von 22 mm Scheibendurchmesser beobachtet [Grieg 1907 a]). Die Armlänge wurde an einer Anzahl nicht oder unbedeutend beschädigte Exemplare festgestellt; ich teile unten einige der erhaltenen Masse mit (D = Scheibendurchmesser, A = Armlänge; da die äusserste Spitze der Arme oft abgebrochen ist, ist das letztere Mass teilweise nicht ganz exakt): D 17,7 mm, A 55 bis 60 mm; D 15,5 mm, A 59 mm; D 14,5 mm, A 56 mm; D 14,3 mm, A 59 mm; D 13,8 mm, A 46 mm; D 13,6 mm, A 50 mm; D 13,2 mm, A 47 mm; D 13 mm, A 52

mm; D 12,8 mm, A 52 mm; D 12,7 mm, A 52 mm; D 12,3 mm, A 46 mm; D 12 mm, A 46 mm; D 11,3 mm, A 46 mm; D 11,7 mm, A 45,5 mm; D 8,8 mm, A 31,5 mm; D 8,1 mm, A 30 mm; D 8 mm, A 33 mm; D 8 mm, A 28 mm. Man sieht hieraus, dass die Länge der Arme sowohl an erwachsenen wie an jüngeren Exemplaren in der Regel etwas weniger als das 4fache des Scheibendurchmessers beträgt; bisweilen sind sie ungefähr vier mal so lang, aber nie beträchtlich länger. Die Mundschilder der grösseren Exemplare sind fast ausnahmslos ungefähr ebenso breit wie lang; nur in sehr seltenen Fällen haben sie eine schmälere Gestalt (an einem Exemplar von St. 130 betrug die Breite eines Schildes 1,6 mm, die Länge 1,9 mm; die übrigen waren teilweise breiter). An jungen Exemplaren (von 6—9 mm Scheibendurchmesser) ist die Form der Mundschilder mehr wechselnd; bisweilen sind sie deutlich länger als breit, oft, wie es scheint am öftesten, haben sie schon jetzt die definitive Gestalt. Die Armbauchplatten sind ausnahmslos (Ausnahmen dürften jedoch wenigstens in gewissen Gegenden vorkommen, wie aus einer Bemerkung von GRIEG in der zitierten Arkiv hervorgeht) gut entwickelt und haben schon bei den kleinsten Exemplaren die für die arktische Form GRIEG's charakteristische Gestalt (s. LÜTKEN 1858, Taf. I, Fig. 5 b; an allen von mir untersuchten Exemplaren [Spitzbergen und Nordostgrönland] finde ich jedoch die Armbauchplatten deutlich kürzer und breiter). Die Papillen der Armrückenplatten sind in ihrem Ausbildungsgrade sehr variabel, wie schon LYMAN (1882) hervorhebt. An den jüngeren Exemplaren (Scheibendurchmesser bis 10 oder 11 mm) sind sie stets mehr oder weniger schwach ausgebildet, in der Regel äusserst klein und nur an den zwei proximalen Gliedern vorhanden; nicht selten fehlen sie ganz oder fast ganz. An den erwachsenen Tieren sind die Papillen oft, vielleicht meistens, kräftig entwickelt, wie an der Figur von DUNCAN & SLADEN (1881, Taf. IV, Fig. 9); an zahlreichen Exemplaren sind sie jedoch spärlicher und kleiner, bisweilen nicht besser entwickelt als an jungen Tieren.

Die Merkmale der arktischen Form sind also teilweise schon von einer sehr geringen Grösse an ausgebildet (Armlänge, Armbauchplatten); andere Merkmale stimmen in der Jugend stets (Papillen der Armrückenplatten) oder bisweilen (Form der Mundschilder) mit der Warmwasserform überein. Das Ergebnis KOEHLER's ist also nicht richtig; die arktischen Tiere sind stets leicht unterscheidbar von den Warmwasserexemplaren, wie diese von SARS und GRIEG beschrieben werden.

Hieraus folgt jedoch nicht, dass *Ophiocten sericeum* in zwei erblich getrennte Formen zerfällt; mehrere Tatsachen sprechen eher gegen als für diese Annahme: erstens die von GRIEG beobachteten Übergangsformen aus dem nördlichen Norwegen und Beeren Eiland, zweitens der Umstand, dass einige Merkmale der Warmwasserform Jugendcharaktere sind, und drittens die Verbreitung in der borealen Region; die Art lebt hier wenigstens hauptsächlich in unmittelbarer Nähe der kalten Area des Nordmeeres (s. unten, vgl. auch die Karte Fig. 30), und die Verbreitungsgebiete beider Formen gehen folglich ohne Grenze in einander über.

Verbreitung im Eisfjord.

Verzeichnis der Fundorte (s. Karte 4):

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
42	Svensksundstiefe (Eingang in den Fjord 24.7	406—395 m	382 m: + 2,61°	34,90	Loser Schlamm	Trawl	7 Ex.
13	Eingang in die Safe Bay 16.7	125—150 m	125 m: + 0,87° 144 m: + 1,23°	34,52 und 34,54	Schlamm mit Schalen	»	10 Ex. D 7, 8, 11—13,5 mm
7	Safe Bay 15.7	11 m	[+ 3 bis + 3,4°][II]	—	Stein und Laminarien, etwas Schlamm	Kl. Dredge	1 Ex. D 12 mm
8	» » . . . . . »	35 m	—	—	Fester Schlamm	»	5 Ex.
12	» » 16.7	118—127 m	108 m: + 0,65°	34,43	Loser »	Trawl	11 Ex. D 9,1 —14,8 mm
14	» » . . . . . »	24 m	[etwa 0°][IV]	—	Zäher »	Kl. Dredge	Etwa 20 Ex.
15	» » . . . . . »	33 m	30 m: — 0,59°	34,16	Loser »	»	15 Ex. 8 Ex: D 13—15,5 mm
16	Ymer Bay 17.7	25 m	[etwa 0°][V]	—	» »	»	1 Ex.
20	» » 20.7	85—100	85 m: — 0,28°	34,54	Sehr loser Schlamm, stellenweise Stein mit Algen	Trawl	Massenhaft D 6—6,3 mm (2 Ex.), 10,2 —11,8 mm (10 Ex.), 12,5 —14 mm (12 Ex).
22	» » . . . . . »	80—92 m	[0 bis — 1°][VII]	—	Loser Schlamm	Kl. Dredge	64 Ex.
23	» » . . . . . »	Etwa 100 m	[0 bis — 1°][VII]	—	Fester »	»	54 Ex.
25	» » . . . . . »	5—30 m	—	—	Erst Kies mit Laminarien, dann loser Schlamm	»	10 Ex.
26	» » . . . . . »	78—50 m	75 m: + 1,7°	—	Fester Schlamm	»	383 Ex.
31	» » 21.7	30 m	—	—	» »	»	142 Ex.
41	Fjordstamm 24.7	234—254 m	251 m: + 2,56°	34,96	Loser »	Trawl	143 Ex.
21	Eingang in die Tundra Bay 20.7	71—68 m	— 0,93°	34,29	Sehr loser Schlamm, stellenweise Stein	»	Zahlreich, doch nicht so gemein wie an St. 20
94	Fjordstamm 21.8	147—141 m	140 m: — 0,62°	34,49	Loser Schlamm mit kleinen Steinen	»	Massenhaft, wenigstens 1000 Ex.
34	Tundra Bay 24.7	43—52 m	52 m: — 0,7°	—	Schlamm	Kl. Dredge	2 Ex.
35	» » . . . . »	47 m	— 0,7°	—	»	»	3 Ex.
36	» » . . . . »	18 m	+ 2,3°	—	Sehr loser Schlamm	»	272 Ex.
37	» » . . . . »	10—17 m	17 m: + 1,2°	—	Fester Schlamm mit Kies und Sand	»	13 Ex.
92	Nordarm 19.8	85—45 m	42 m: + 2,02°	—	Loser Schlamm mit Kies und Sand	Trawl	Wenigstens 300 Ex.
98	» 27.8	130—116 m	115 m: — 0,82°	34,40	Loser Schlamm	»	470 Ex.
99	» . . . . . »	197—190 m	190 m: + 0,80°	34,72	» »	»	500 bis 600 Ex.
102	Nordarm. Eingang in die Yoldia Bay 14.8	70—93 m	85 m: + 0,68°	34,25	Zäher und fester Schlamm mit vielen Steinen	»	Etwa 400 Ex.
106	Yoldia Bay 19.8	28 m	33 m: + 2,87°	33,37	Zäher Schlamm mit Kies	Kl. Dredge	67 Ex.
91	Nordarm. Eingang in die Ekman Bay 19.8	11 m	[etwa + 3,7°][XXIV]	—	Loser Schlamm mit Kies und Sand	»	3 Ex.

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
93	Ekman Bay 20.8	44—55 m	+ 1,72°	—	Sehr zäher, roter Schlamm	Trawl	Etwa 300 Ex.
108	» » . . . . »	8 m	+ 3,7°	—	Loser, roter Schlamm mit *Lithothamnion*-Bruchstücken	Kl. Dredge	2 Ex.
109	» » . . . . »	43—40 m	+ 1,72°	34,09	Loser roter Schlamm	»	13 Ex.
111	» » . . . . »	8 m	[+3bis+4°]XXVI	—	» » »	»	2 Ex.
113	» » . . . 21.8	40—44 m	— 0,3°	—	» » »	»	4 Ex. D 8,11,8 —14,8 mm
114	» » 22.8	27—19 m	19 m: — 0,5°	—	Zäher » »	»	31 Ex.
120	Dickson Bay 27.8	98 m	93 m: — 1,63°	34,27	Loser Schlamm	Trawl	315 Ex.
122	» » 28.8	44—40 m	[—0,2 bis —0,7°]XXIX	—	Schlamm	»	Zahlreiche (gegen 100) Ex.
123	» » . . . . »	6—8 m	[etwa + 3,7°]XXX	—	Äusserst zäher, roter Schlamm	Kl. Dredge	Etwa 30 Ex.
124	» » . . . . »	28 m	[etwa + 2°]XXXI	—	Äusserst zäher, roter Schlamm	»	34 Ex.
78	Billen Bay 13.8	113—116 m	[0 bis — 1°]VII	—	Loser Schlamm	»	112 Ex.
80	Eingang in die Billen Bay 14.8	69—64 m	69 m: + 1,5°	—	» »	»	3 Ex.
82	Billen Bay 15.8	65 m	— 0,7°	—	a: Loser Schlamm; b: fester Schlamm mit Steinen und Kies	»	a: 203 Ex (21 Ex. D 7—14 mm), b: 80 Ex.
83	» » 16.8	22 m	[etwa + 1,8°]XXI	—	Stark sandgemischter Schlamm mit etwas Kies und Stein	»	Etwa 25 Ex.
101	» » 14.8	150—140 m	140 m: — 1,67°	34,43	Loser Schlamm mit Steinen	Trawl	600 bis 700 Ex. (17 Ex. D 8—11, 13 —15 mm)
87	» » 17.8	37—35 m	+ 1,5°	—	Loser Schlamm, etwas Kies	Kl. Dredge	Etwa 200 Ex.
88	» » . . . . . »	80 m	[— 1,75°]XXIII	—	Loser Schlamm mit feinem Sand; etwas Kies	»	1 Ex. D 17,7 mm
89	» » . . . . . »	30—20 m	+ 3,1°	—	Schlamm	»	6 Ex. D bis 17 mm
46	Sassen Bay 29.7	94—etwa 80 m	—	—	Loser Schlamm	Trawl	5 Ex.
50	Tempel Bay 29.7	25 m	[+ 3 bis + 4°]XI	—	Zäher »	Kl. Dredge	36 Ex.
51	» » 30.7	45—43 m	+ 2,5°	—	» »	»	17 Ex.
53	» » . . . . »	59—61 m	— 0,9°	—	» »	»	2 Ex.
54	» » . . . . »	52 m	— 1,3°	33,92	Loser, roter Schlamm	»	5 Ex.
55	» » 31.7	92—107 m	— 1,50°	34,49	Roter Schlamm	»	3 Ex.
56	» » . . . . »	etwa 30 m	35 m: + 3,78°	34,13	Fester Schlamm mit Steinen	»	6 Ex.
47	Eingang in die Sassen Bay 29.7	97—120 m	wahrsch.VII etwa 0°[82m: + 1,71°]	—	Loser Schlamm	Ottertrawl	Etwa 90 Ex.
48	Ostarm 31.7	199—226 m	210 m: + 1,27°	34,72	» »	Trawl	Zahlreich (wohl 500 bis 1000 Ex.)
104	Fjordstamm 17.8	260 m	270 m: + 1,62°	34,79	» »	»	42 Ex. D 7—15,2 mm
44	Eingang in die Advent Bay 27.7	150—110 m	128 m: + 0,01°	34,54	Loser Schlamm mit Kies	»	Etwa 125 Ex

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
45	Advent Bay 28.7	70—42 m	41 m: + 1,85°	34,18	Loser, aber zäher Schlamm	Trawl	Unzählige Massen, gewiss ein paar tausend Ex.
72	» » 10.8	a: 11 u. 15; b: 19 m	[+ 3 bis + 4°]XV	—	Sehr loser Schlamm	Kl. Dredge	a: 30 Ex. D 5,8—15 mm; b: einige (oder mehrere?) Ex.
95	Fjordstamm 21.8	188—181 m	[0 bis + 0,5°]IX (163 m: — 0,11°)	—	Schlamm mit Stein	Trawl	34 Ex.
19	Coles Bay 18.7	50 m	[+ 1,97°]VI	[34,51]	Zäher, aber loser Schlamm	Kl. Dredge	Ziemlich zahlreich
127	Fjordstamm 30.8	25 m	[+ 3 bis + 3,5°]XXXII	—	Zäher Schlamm	»	1 Ex.
103	Green Bay 17.8	130 m	+ 0,58°	—	Loser Schlamm; einige Steine und *Balanus porcatus*	Trawl	3 Ex.
130	» » 30.8	40—45 m	—	—	Schlamm mit Algenresten	Kl. Dredge	50 bis 60 Ex.
18	» » 17.7	28 m	+ 2,47°	31,80	Loser Schlamm	»	Ziemlich zahlreich
59	» » 3.8	etwa 40 m	—	—	Sehr loser Schlamm mit Teilen von Landpflanzen usw.	»	Etwa 200 Ex. (19 Ex. D 11—15 mm)
63	» » 5.8	16 m	—	—	Loser Schlamm	»	188 Ex.
65	» » . . . . . »	a: 10, b: 15 m	—	—	» »	»	a: 44 Ex.; b: 88 Ex.

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwedische Expeditionen 1858—1898, nach den Sammlungen des Riksmuseums, Stockholm: 1858: Advent Bay, 45 bis 90 m, Schlamm (3 Ex.). 1861: Eisfjord ohne nähere Angaben, 32 m, steingemischter Schlamm (1 Ex.). Sassen Bay, 35 m, Schlamm (2 Ex.). 1864: Safe Bay, 54 bis 90 m, Schlamm (23 Ex.). 1868: Advent Bay, 9 bis 18 m, Schlamm (3 Ex.), 18—27 m, Schlamm (3 Ex.), 35 bis 45 m (4 Ex.), 54 bis 72 m, Schlamm (8 Ex.); Green Bay, 9 bis 27 m (1 Ex.). 1870: K. Thordsen ohne Tiefenangabe (1 Ex.). 1872—73: Skans Bay (Billen Bay), 27 m, Schlamm (10 Ex.). 1898: Fjordstamm vor K. Boheman, 40 bis 50 m (6 Ex.); Nordarm, 175 m, Schlamm (25 Ex.). — Schwed. Exped. 1900: Fjordstamm vor dem Eingang in die Coles Bay, 150 bis 100 m (etwa 10 Ex.); Green Bay. 10 bis 80 m, Stein (etwa 10 Ex.) (Zool. Mus., Uppsala); Coles Bay, 100 m, felsig (4 Ex.) (Riksmuseum, Stockholm).

Heuglin'sche Exped. 1870: Advent Bay (LÜTKEN 1871 b, HEUGLIN 1874). Norweg. Nordmeerexped. 1878: Advent Bay, 110 m, + 0,7°, Schlamm (GRIEG 1893). Kükenthal's Exped. 1886: ohne Fundortsangabe, wie es scheint (vgl. MICHAILOVSKIJ 1902), Eisfjord (PFEFFER 1894 a). Schwed. Exped. 1890: Safe Bay, 54 bis 70 m, Schlamm (KLINCKOWSTRÖM 1892). Helgoland-Exped. 1898: Fjordstamm, 210 bis 240 m, Schlamm mit wenig Steinen; Advent Bay, 0 bis 40 m Schlamm (GRIEG 1900). Olga-Exped. 1898: Advent Bay, 40 m, Schlamm; Fjordstamm, 145 bis 180 m, Schlamm DÖDERLEIN 1900); Princ. Alice-Exped. 1898: Eingang, 393 m, Schlamm (2 Ex.) (KOEHLER 1908). Russ. Exped. 1899: Advent Bay, 9 m, Stein (4 Ex.); 1900: Advent Bay, 7 bis 9 m, Grus (1 Ex.); Fjordstamm, 243 m, — 0,8°, Schlamm und Kies; 205 m, — 0,8°; Billen Bay ohne Tiefenangabe und 142 bis 133 m, — 1,9°, Schlamm mit Steinen (MICHAILOVSKIJ 1902). Michael Sars-Exped. 1901: Fjordstamm, 260 m, + 1,4°; Green Bay, 140 m, + 1,1° (GRIEG 1904).

Ophiocten sericeum ist eine reine Schlammart, die gewiss nie auf steinigem Boden lebt. Dies geht mit genügender Sicherheit aus den Ergebnissen unserer Dredgungen hervor; unsere zahlreichen Fundorte hatten ohne Ausnahme schlammigen Grund oder es fand sich wenigstens (St. 7) unter den Steinen etwas Schlamm.

Gegen diese Schlussfolgerung scheinen einige Funde der schwedischen Expedition 1900 zu sprechen, nach deren Fangjournal die Art sowohl in der Green Bay wie in der Coles Bay auf steinigem und felsigem Grund gefunden wäre. Ich glaube jedoch bestimmt behaupten zu können, dass die Angaben über die Bodenbeschaffenheit in diesen Fällen unvollständig sind; es wäre sonst unverständlich, warum wir das Tier nie auf Steingrund fanden. In derselben Weise sind zweifellos andere vereinzelt darstehende Angaben über Funde auf steinigem Boden zu erklären (Stuxberg 1886, Grieg 1893 a, Pfeffer 1894, Michailovskij 1902, 1905, Kalischewskij 1907, Grieg 1907); entweder war der Boden nicht ausschliesslich steinig oder es handelt sich um Exemplare, die sich zufällig von nahegelegenen Schlammlokalitäten verirrt hatten. Nach Grieg (1900) würde die Art auf weichem Boden leben, der »immer mehr oder weniger mit Sand und Steinen vermischt» ist. Unsere Beobachtungen zeigen jedoch, dass sie im Eisfjord ebenso häufig an reinem wie an gemischtem Schlammboden ist.

Wenn man sich die obigen Tatsachen vergegenwärtigt, versteht man erst recht, wie ausserordentlich gemein diese Art im Eisfjord ist. Die Anzahl der Fundorte (67 unter 125 Dredgestationen) ist ja an sich erstaunlich gross, wenn man aber alle Stationen mit reinem oder fast reinem Steinboden abrechnet, so erhält man 67 Fundorte unter 91 Stationen, d. h. 74 %. Die Anzahl der von uns gedredgten Exemplare beträgt zweifellos mehr als 10000.

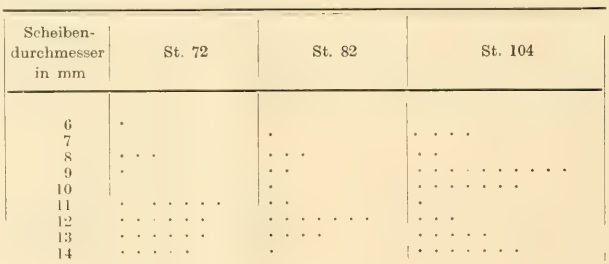
Tiefe in m																						
	108	**111**	**123**	5	9	24	28	30	32	38	39	66	67	70	74	75	76	77	84	112	115	121	128
10	7	**25**	**36**	**37**	**63**	**65**	**72**	**91**	52	57	71	85											
20	**14**	**16**	**18**	**31**	**50**	**56**	**83**	**89**	**106**	**114**	**124**	**127**	17	27	49	81	86	110	117	119			
30	8	**15**	**59**	**87**	6	60	73	79	90	126													
40	**19**	**34**	**35**	**51**	**93**	**109**	**113**	**122**	**130**	61													
50	**45**	**53**	**54**	116																			
60	**21**	**26**	**80**	**82**	**92**	125	129																
70	**88**	69																					
80	**22**	**46**	**102**	64																			
90	**20**	**23**	**55**	**120**																			
100	**47**	100																					
	78																						
	12	**44**	**98**	**103**	107																		
	13	**[illegible]**																					
	94	**101**																					
150																							
	95																						
	99	105																					
200																							
	48	96																					
	97																						
	41	43																					
250	**104**	33																					
300	4																						
350																							
400	**42**																						

Die bathymetrische Verbreitung (s. die obenstehende Tabelle) erstreckt sich von etwa 7 m bis in die grösste Tiefe des Fjords. Innerhalb des grössten Teiles dieses beträchtlichen Verbreitungsbezirkes ist die Art überall äusserst gemein; wenigstens von 16 m (St. 63) bis 200 oder 225 m fanden wir sie an so gut wie allen Stellen mit geeignetem Boden, oft in sehr grosser Menge (etwa 150 bis 400 Exemplare wenn mit kleiner Dredge, 500 bis ein paar Tausend Exemplare, wenn mit grossem Trawl gedredgt wurde); zwischen 20 und 40 m ist die Prozentzahl der Fundorte zwar, wie das Schema zeigt, bedeutend kleiner, dies beruht aber ausschliesslich darauf, dass hier viele Stationen steinigen Boden hatten (St. 27, 49, 81, 86, 117, 119, 60, 73, 79, 126).

In der grössten Fjordtiefe wurde das Tier nicht ebenso oft gefunden; auf die 11 unterhalb von 190 m gelegenen Stationen kommen nur 5 Fundorte. Wenn man die Verbreitung in der Fjordtiefe genauer betrachtet, findet man jedoch, dass sie auffallend gut mit derjenigen vom *Ctenodiscus crispatus* übereinstimmt; nur an einem Fundort für diese Art (St. 33) fehlte *O. sericeum;* die meisten Tiefenstationen, an welchen das Tier nicht gefunden wurde, sind also solche, an denen aus dem einen oder andern Grund eine reichere Ausbeute an im Schlamm vergrabenen Tiere nicht erwartet werden konnte. Doch ist es nicht unmöglich, dass die Art unterhalb von etwa 250 m oder wenigstens in der grössten Tiefenhöhle — wo nur 7 Exemplare erbeutet wurden — nicht ganz so universell verbreitet oder in ebenso grosser Menge lebt wie in geringerer Tiefe.

An den 6 in geringerer Tiefe als 15 m (8—11 m) gelegenen Fundorten wurden teils vereinzelte Exemplare (St. 7, 91, 108, 111), teils eine etwas grössere Anzahl (St. 123, 65 a) gefunden; in dieser schmalen Zone tritt die Art daher zweifellos etwas spärlicher auf. In geringerer Tiefe als 6 bis 8 m fanden wir kein einziges Exemplar. Mehrere der dort untersuchten Stellen hatten zwar steinigen Grund, doch dredgten wir an 7 Stellen mit reinem Schlammgrund; man kann hieraus folgern, dass *O. sericeum* in der obersten Zone des Eisfjords, oberhalb von etwa 7 m, überall, unabhängig von der Bodenbeschaffenheit, fehlt.

Die Annahme Grieg's (1904, dass von *O. sericeum* wie von anderen arktischen Ophiuriden an jeder Lokalität in der Regel nur eine Altersstufe auftreten sollte, wird auch in diesem Falle nicht durch das Eisfjordmaterial bestätigt. Von drei Stationen, wo ein verhältnismässig grosses Material konserviert wurde, habe ich alle Exemplare gemessen; die Resultate sind aus nachstehender Tabelle ersichtlich:



Diese Tabelle scheint mir nicht anders gedeutet werden zu können, als dass an jeder der drei Stationen zwei Grössenstufen und folglich wenigstens zwei Altersklassen repräsentiert waren. In dieselbe Richtung weisen auch andere Messungen (St. 13: 2 Ex. 7, 8 mm, 8 Ex. 11—13,5 mm; St. 20: 2 Ex. 6—6,3 mm, 22 Ex. 10,2—14 mm); in anderen Fällen finden sich in dem aufbewahrten Material nur ziemlich gleichgrosse Individuen, doch ist es möglich, dass andere gefunden und weggeworfen wurden.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 29, 30.)

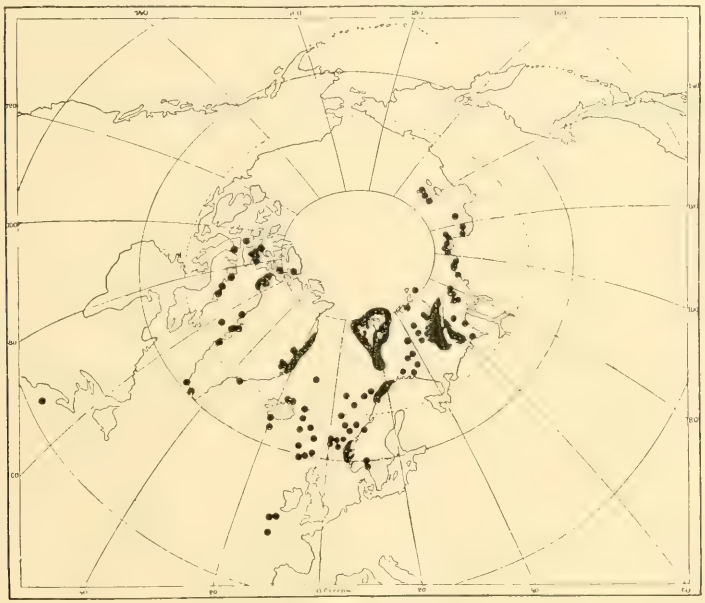


Fig. 29. *Ophiocten sericeum.*

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: Südkap bis N. von Pr. Charles Foreland (s. die Karte Fig. 30), 35 bis 70—250 bis 395, 761, 1359 m (Klinckowström 1892, Grieg 1893, 1900, Michailovskij 1902, Koehler 1908, Schwed. Exped. 1900 [N. von Pr. Charles Foreland, 100 m; Zool. Mus., Uppsala], ferner Lütken 1858); Eisfjord (s. oben). Nordwestspitzbergen, 90 bis 125, 475, 839 m (Grieg 1893). Nordspitzbergen: Wijde Bay, Treuenburg Bay, N. vom Nordostland, 20—140 m (Grieg 1900, 1910, Koehler 1908). Ostspitzbergen, überall (s. die Karte), 14 bis 18—267 m (Pfeffer 1894, Grieg 1893, 1900, Michailovskij 1902, ferner Lütken 1871 b, Heuglin 1874). Beeren Eiland-Bank, 45—329 m (D'Urban 1880, Grieg 1893, 1904). [Ferner Lütken 1855, Ljungman 1867: »Spitzbergen».]

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer, östlich bis an die Neusibirischen Inseln; Karisches Meer, Karische Pforte, Matotschkin schar; 9 bis 18—212 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886, Lütken 1886, Kalischevskij 1907, Grieg 1910 [von Ruijs 1887 nicht erwähnt!]). Barentsmeer (und O. von Franz Josephs Land), 26—318 m (Marenzeller 1878, Stuxberg 1878, 1886, D'Urban 1880, Grieg 1893, 1904, 1910, Michailovskij 1905, ferner Hoffmann 1882). Murmanküste

ohne nähere Angaben, (Jarzynsky 1885) (wie es scheint vom Kolafjord nicht bekannt!). Ostfinnmarken: nur vor Nordkyn, 413 m (Michailovskij 1905) (für die Fjorde nicht angegeben, wo diese Art jedoch kaum fehlen kann). Zwischen Westfinnmarken und Beeren Eiland, 408, 530 m (Grieg 1893, Döderlein 1900). Westfinnmarken und Lofoten: Jökelfjord, Malangen (Grieg, briefliche Mitteilung). — Östlicher Abhang des Nordmeerbeckens, von Beeren Eiland bis vor dem Eingang der Norwegischen Rinne, 640—1472 m (G. O. Sars 1873 [*Ophioglypha gracilis*], Grieg 1893, 1904, 1914 a). Färö-Shetland-Kanal, 1000 m (Hoyle 1884). 1130, 1220 m (Grieg 1904). Färö-Island-Rücken; Abhang des Nordmeerbeckens im NO. davon und O. von Island, 456—480 (auf der Grenze zum warmen Gebiet), 547—1960, 2222 m (Grieg 1893, 1904, Schmidt 1904). N. von Island, 200, 590 m (Grieg 1904). — Jan Mayen, 100—622 m (Fischer 1886, Grieg 1893, 1904, Mortensen 1913). Nordostgrönland, 5,5—

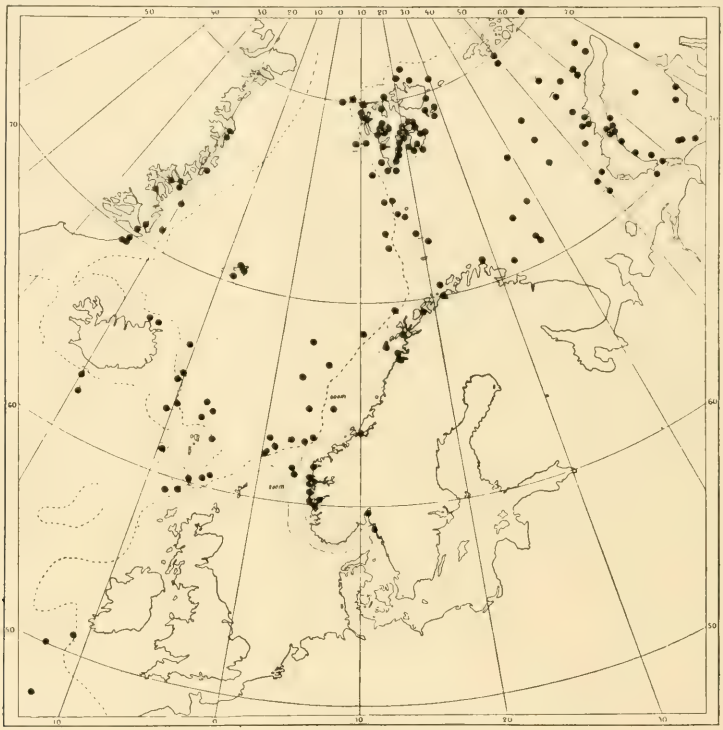


Fig. 30. *Ophiocten sericeum.*

300 m (Mortensen 1904, 1910, 1913, auch Möbius 1874); ferner Schwed. Exped. 1900: 5 Fundorte, Sabine-Insel bis Eingang des Franz Josephs Fjord (s. Fig. 30), 3 bis 10—200 bis 300 m (Zool. Mus., Uppsala). Südostgrönland, 54 bis 90 m (Mortensen 1913). — Westgrönland, wenige Fundorte, 8 bis 21—240 m (Lütken 1857, 1858, Norman 1877, Vanhöffen 1897, Mortensen 1913). Nordwestgrönland, 5,5, 18—54 bis 72 m (Ives 1892, Rankin 1901). Ellesmere Land, 20—140 m (Duncan & Sladen 1877, 1878, 1881). Jones Sund und Umgebung, 8—90 m (Grieg 1907 a). Barrow-Strasse (Forbes 1852). Pr. Regents Inlet, 12 m; Ostküste von Baffin Land, 27—360 m (Grieg 1893 a; ferner »St. 21, 22, 27»; nicht im Fundortsverzeichnis). — Ostküste von Nordamerika: St. Georges Bank ohne nähere Angaben (Lyman 1882) (ausser dieser im Vorübergehen erwähnten und vielleicht einer Bestätigung bedürftigen Fundangabe kann ich auffallenderweise keine Angaben über Vorkommen dieser Art in der boreo-arktischen Region von Nordamerika finden).

Boreale Region:

Westküste von Norwegen: Westfinnmarken und Lofotengebiet, wenige genaue Angaben (Ljungman 1865, G. O. Sars 1872); ferner »100—700 m» (Grieg 1903, Nordgaard 1905; nach brieflicher Mitteilung von Dr.

GRIEG: Landego, Risvær, Sværholt, »Lofoten»). Trondhjemsfjord, 450 bis 540 m (STORM nach GRIEG 1893, STORM 1901). Küstenplateau vor dem Trondhjemsfjord, 283 m (GRIEG 1893). [? Kristiansund, 18 m (G. O. SARS nach GRIEG 1893); in den Arbeiten SARS' kann ich diese Angabe nicht finden; gegen ihre Richtigkeit spricht die geringe Tiefe.] Eingang in die Norwegische Rinne, 400, 402 m (GRIEG 1893, 1904). Strömfjord und Sognesöen am Eingang in den Sognefjord, 160, 180—360 m (GRIEG 1896, s. auch 1893). Nordfjord, »nur in der Tiefe» (wie es scheint 200 bis 350 m) (GRIEG 1898). Osterfjord (APPELLÖF 1897). Björnefjord, 144 bis 180 m, 1 Ex. (GRIEG 1896). Hardangerfjord, 320 m (Eingang) (NORMAN nach GRIEG 1893), 40 bis 100, 30 bis 250 m (GRIEG 1914). Skagerak: Kristianiafjord (Dröbak), 180 bis 215 m (SARS 1872). Kosterrinne, Bohuslän, 180, 225 m; je ein Ex. D. 8,5 mm (Riksmuseum Stockholm).

Atlantischer Ozean: S. von Island, 910, 2050 m (+ 2,75°, also fast arktische Bedingungen) (SCHMIDT 1904). W. von den Färöern, 750 m (GRIEG 1904). Südseite des W. Thomson-Rückens, 970, 1260 m (HOYLE 1884, s. auch 1884 a, W. THOMSON 1873, BELL 1892). SW. von Irland und S. davon, 720 m (BELL 1890, 1892,[1] KEMP 1905); 2170, 4400 m (+ 3,2°, + 2,5°, also fast arktische Bedingungen) (W. THOMSON 1873, HOYLE 1884, s. auch CARPENTER, JEFFREYS & THOMSON 1870, BELL 1892).

[??Subantarktisches Gebiet: Marion Island (LYMAN 1882); äusserst unsichere Angabe.]

Bathymetrische Verbreitung.

Die bathymetrische Verbreitung von *Ophiocten sericeum* ist ganz ausserordentlich umfassend; sie erstreckt sich nämlich von etwa 6 (Grönland, Eisfjord) bis zu 4370 m (HOYLE 1884). Wenn die Art in bezug auf die Bodenbeschaffenheit wenig ubiquistisch ist, so ist sie also um so mehr unempfindlich gegen Schwankungen der Tiefe. Im Eisfjord scheint sie ja unterhalb von etwa 240 m ein wenig spärlicher als in geringerer Tiefe aufzutreten. Diese Regel hat jedoch keine allgemeine Gültigkeit; GRIEG (1893, 1904) verzeichnet mehrere Fundorte in 1200—2220 m Tiefe, wo die Art »gewöhnlich», »äusserst gewöhnlich» und sogar »in ungeheuren Mengen» auftrat (doch ist es natürlich möglich, dass das Tier überall, wie im Eisfjord, in mässiger Tiefe noch dichter zusammenlebt). In noch grösserer Tiefe sind nur einmal (SW. von Irland, s. oben) einige Exemplare erbeutet worden. Die obere Verbreitungsgrenze ist in allen arktischen Gegenden ungefähr dieselbe wie im Eisfjord; es ist nicht ausgeschlossen, dass die Art bei kaltem Oberflächenwasser gemeiner als dort in der Uferzone ist, die bisherigen Funde erlauben jedoch eine solche Annahme nicht.

In der borealen Region ist die obere Verbreitungsgrenze sehr beträchtlich nach unten verschoben. *O. sericeum* ist hier — abgesehen von dem zweifelhaften Fund bei Kristiansund, s. oben — nicht mit Sicherheit in geringerer Tiefe als etwa 100 m (GRIEG 1896) gefunden worden, in der Regel erst in 200 m Tiefe oder mehr (s. oben). (GRIEG 1914: »40—100» und »30—250» m; ganz ungenügende Angaben.)

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Aus der ganzen arktischen Verbreitung sowie aus zahlreichen direkten Beobachtungen geht hervor, dass *O. sericeum* in Wasser von negativer und niedrig positiver Temperatur gleich gut gedeiht. Unsere Beobachtungen im Eisfjord zeigen, dass die Art in Wasser von + 3,7° Sommertemperatur auftreten kann. Doch fanden wir sie in Wasser von so hoher Temperatur nur ziemlich selten und in geringer Individuenzahl; unsere Funde lassen daher die Möglichkeit zu, dass die Art etwas kälteres Wasser (unterhalb von etwa + 2,7°) bevorzugt. Andererseits ist auch die entgegengesetzte Möglichkeit,

[1] Angeblich 47° 38′ n. Br., 12° 8′ w. L., 400 Faden; diese Stelle liegt jedoch in mehr als 4000 m Tiefe; aus den übrigen Angaben geht hervor, dass es sich um den 1890 veröffentlichten Fund handelt (50° 29′ n. Br., 11° 4′ w. L.).

dass die obere Temperaturgrenze höher liegt, mit der Verbreitung im Eisfjord vereinbar, weil das Fehlen in dem wärmsten Wasser nicht durch die hohe Temperatur bedingt zu sein braucht.

In der borealen Region lebt die Art tatsächlich in bedeutend wärmerem Wasser. Abgesehen von der atlantischen Tiefsee, wo die Temperatur nur + 2,5 bis + 3,2° beträgt, lebt sie fast überall in Wasser, dessen Temperatur im ganzen Jahr nur zwischen + 6 (oder etwas weniger) und + 7 oder + 7,5° sich bewegt (im atlantischen Meer S. von Irland in 720 m Tiefe muss das Wasser sogar mehr als + 9° warm gewesen sein; dieser Fundort steht jedoch ganz vereinzelt da und liegt in geringer horizontaler Entfernung von der kälteren Tiefsee). Dass das Fehlen in wärmerem Wasser wirklich auf den Temperaturverhältnissen beruht und die obere Temperaturgrenze also bei etwa + 7° angesetzt werden kann, geht daraus hervor, dass die obere Verbreitungsgrenze unter borealen Bedingungen viel tiefer als unter arktischen liegt.

Die borealen Fundorte liegen jedoch zum grossen Teil ganz an der Grenze zur kalten Area (Westfinnmarken und Lofotengebiet, Abhang des Nordmeerbeckens, Eingang in die Norwegische Rinne usw.). In den etwas weiter davon liegenden Gegenden ist die Art nur ganz vereinzelt gefunden worden und offenbar sehr selten (Fjorde des norwegischen Westlandes; über das Vorkommen im Kristianiafjord und in der Kosterrinne ist nichts näheres bekannt); nur im Trondhjemsfjord scheint sie gemein zu sein. Diese Tatsachen lassen erkennen, dass die Art sich nur unter gewissen Bedingungen diesen Verhältnissen angepasst hat.

Auch morphologische Gründe sprechen dafür, dass die borealen Exemplare sich sekundär dem Leben in warmem Wasser angepasst haben; sie bleiben bedeutend kleiner als arktische (s. oben), und die morphologischen Sondermerkmale entstehen teilweise dadurch, dass die Tiere in einem jugendlichen Stadium verbleiben. — Die Fortpflanzungsverhältnisse sind leider nicht näher bekannt. In arktischen Gegenden pflanzt sich *O. sericeum* wenigstens teilweise im Sommer fort; Mortensen (1910) fand im Material der Danmark-Expedition einige Anfang Juli gesammelte, mit reifen Geschlechtsprodukten versehene Exemplare und auch unter unseren Exemplaren finden sich solche mit mehr oder weniger reifen Geschlechtsprodukten. Über die Fortpflanzung in der borealen Region ist nichts bekannt.

Wenn das Leben in Wasser von + 6 und + 7° Temperatur also zweifellos entweder ein ziemlich zufälliges oder durch sekundäre Anpassung ermöglichtes ist, so folgt daraus nicht, dass die ursprüngliche Temperaturgrenze so niedrig gelegen habe wie bei den rein arktischen Tieren. Doch ist es gegenwärtig unmöglich, etwas hierüber zu sagen. Auf alle Fälle ist zu bemerken, dass die Art nicht sehr selten oder jedenfalls nicht nur ganz zufällig in Wasser von + 3 bis + 4° Sommertemperatur und von etwa + 3° konstanter Temperatur auftritt.

Ophiopholis aculeata (L.).

Syn. *Ophiocoma* (*Ophiopholis*) *bellis* (Flem.).

Die Bestachelung der Scheibe ist im Eisfjord, wie in andern arktischen Gegenden (s. besonders Michailovskij 1902), starken Schwankungen unterworfen. Man kann in

unserem Material folgende Kategorien — in Wirklichkeit eine kontinuierliche Serie bildend — unterscheiden: 1. Bedornung sehr kräftig, mit zahlreichen langen Stacheln auf der ganzen Dorsalseite der Scheibe (meist jedoch keine Stacheln auf dem zentralsten Teil); 2. Bedornung mässig entwickelt, mehr oder weniger spärliche Stacheln auf der Mitte der Scheibe; 3. Interradiale, periphere Stachelbekleidung gut entwickelt, nur vereinzelte Stacheln auf der Mittelpartie der Scheibe; 4. Interradiale, periphere Stachelbekleidung gut entwickelt, keine Stacheln auf der Mittelpartie der Scheibe; 5. Interradiale, periphere Stacheln klein, vereinzelte Stacheln auf der Mittelpartie der Scheibe; 6. Interradiale, periphere Stacheln klein, keine Stacheln auf der Mittelpartie der Scheibe; 7. Scheibe ohne oder fast ohne Stacheln.

Von denjenigen Stationen, wo ein reichlicheres Material eingesammelt wurde, liegen die meisten oder mehrere dieser Kategorien vor, bezüglich ihrer relativen Anzahl findet man jedoch einige interessante Unterschiede. An St. 60 ist die Bestachelung in der Regel gut entwickelt (Kategorien 1 und 2); einige Exemplare haben wenige oder keine Stacheln auf der Mittelpartie; nur bei einem kleinen Exemplare (D. 9,5 mm) fehlt das Stachelkleid. An St. 61 dagegen fanden wir keine Tiere mit kräftiger Bedornung; die meisten haben keine oder fast keine Stacheln, bei anderen ist eine Bestachelung vorhanden aber schwach entwickelt. Von St. 13 finden sich keine Exemplare ohne, aber auch keine mit kräftiger Bedornung. Von St. 49 finde ich 3 Exemplare der Kategorie 2, 4 Exemplare der Kategorie 4, 12 Exemplare der Kategorie 5 und 6, 3 Exemplare der Kategorie 7. Von St. 119 liegen viele Exemplare der Kategorien 2, 4, 5, 6, 7 vor, ausserdem ein Exemplar mit sehr kräftiger Bedornung. Unter den an St. 126 gesammelten Tieren gehören die meisten den Kategorien 5 und 7, je eines den Kategorien 3 und 6 an. Von St. 116 endlich finden sich alle Kategorien ausser 1. An gewissen Stellen leben also vorwiegend Tiere mit kräftiger, an andern solche mit schwacher Bedornung; an einigen Stellen finden sich vorwiegend Exemplare mit mässig stark entwickeltem Stachelkleid, während an anderen die verschiedenen Kategorien mehr gleichmässig verteilt sind. Es läge nahe anzunehmen, dass diese Unterschiede mit solchen in den Lebensbedingungen zusammenhängen, aus unseren Beobachtungen lässt sich jedoch ein solcher Zusammenhang nicht konstatieren (vgl. z. B. St. 60 und 61); deshalb habe ich auch keine genauere Analyse der Variationen, nur die obigen Andeutungen geliefert.

Grieg bemerkt schon 1893, dass die grönländische Form sich von der norwegischen »durch die reichere Ausstattung der Scheibe mit Dornen» unterscheidet, und auch bei Spitzbergen (Grieg 1900) »scheint die gedornte Form die häufigste zu sein». Im Eisfjord ist dies jedoch, wie aus dem Obigen hervorgeht, kaum der Fall; kräftig bedornte Exemplare sind zwar gemein, Exemplare mit nur mässig entwickelter Bestachelung jedoch gemeiner, und Tiere mit sehr schwacher oder keiner Bestachelung ebenfalls sehr häufig. Man kann also nicht die allgemeine Regel aufstellen, dass die Art in arktischen Gegenden meist bestachelt, in der borealen Region nicht oder sehr schwach bestachelt sei, sondern muss den Unterschied folgendermassen formulieren: in arktischen (wenigstens niederarktischen) Gegenden sind sowohl bestachelte wie unbestachelte Exemplare sowie alle Zwischenformen gemein, in borealen Gegenden ist die Bestachelung mehr oder weniger schwach entwickelt. [Inwieweit die borealen Exemplare stets oder

nur meistens schwach bestachelt sind, geht nicht mit genügender Deutlichkeit aus den vorhandenen Literaturangaben vor; GRIEG (1893) äussert hierüber nur, dass an der norwegischen Westküste die glatte Form »häufiger» auftritt. Im Zoologischen Museum zu Uppsala aufbewahrte Exemplare von der norwegischen Westküste, Bohuslän (zahlreiche Exemplare) und Kullen sind ausnahmslos schwach bestachelt (mehr oder weniger kurze periphere Stacheln, keine Stacheln auf der eigentlichen Dorsalseite der Scheibe).] Die mehr oder weniger glatten Eisfjordexemplare stimmen, soweit ich finden kann, in ihrem ganzen Bau vollständig mit der skandinavischen, borealen Form überein.

Aus diesen Tatsachen ergibt sich die wichtige Schlussfolgerung, dass trotz der grossen Variabilität dieser Art keine Andeutungen von erblichen Unterschieden zwischen einer arktischen und einer borealen Form zu entdecken sind.

Im pazifischen Gebiet leben südliche Formen (var. *kennerlyi* LYMAN [inkl. *O. caryi* LYMAN], var. *japonica* LYMAN), die nach CLARK (1911) durch vollständige Serien von Übergangsformen mit der Hauptart verbunden sind. In ihrem Bau stimmen sie jedoch nicht mit der europäischen Form überein, da sie aber, wie diese, nicht selten zusammen mit der Hauptart auftreten (s. unten), kann man vermuten, dass sie eine ebenso unselbständige Stellung einnehmen; die var. *kennerlyi* unterscheidet sich jedoch nicht nur morphologisch von der europäischen Form sondern auch dadurch, dass sie nie unter arktischen Bedingungen gefunden worden ist.

Verbreitung im Eisfjord.

Verzeichnis der Fundorte (s. Karte 4):

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
13	Eingang in die Safe Bay 16.7	125—150 m	125 m: +0,87° III 144 m: + 1,23°	34,52 34,54	Schlamm mit Schalen; *Balanus porcatus*-Gemeinschaft	Trawl	12 Ex. D 5,7—15 mm
41	Fjordstamm 24.7	234—254 m	251 m: + 2,56°	34,96	Loser Schlamm	»	3 Ex. D 10—11,5 mm
99	Nordarm 27.8	197—190 m	190 m: + 0,80°	34,72	» »	»	1 kleines Ex.
116	Nordarm vor dem Eingang in die Dickson Bay 25.8	57—60 m	+ 1,2°	—	Kies und Stein	Kl. Dredge	34 Ex. D 6,2—10 mm (5 Ex.), 12—17 mm (29 Ex.)
119	Eingang in die Dickson Bay 26.8	44—14 m	—	—	Strauchförmiges *Lithothamnion* auf Schlammboden	»	43 Ex. D 5,9—10 mm (5 Ex.), 12—19 mm (38 Ex.)
120	Dickson Bay . . . 27.8	98 m.	93 m: — 1,63°	34,27	Loser Schlamm	Trawl	3 Ex. D 13—15 mm
83	Billen Bay 16.8	22 m	[etwa + 1,8°] XXI	—	Stark sandgemischter, fester, rotgrauer Schlamm mit etwas Kies und einzelnen Steinen	Kl. Dredge	1 Ex. D 16,5 mm
49	Sassen Bay, Bank . 31.7	24—19 und 19—28 m	[+ 2 bis + 3°] X	—	Stein, Kies und Schalen mit *Lithothamnion*	Trawl	Etwa 75 Ex. D 7, 9, 10,5, 12—21 mm
47	Eingang in die Sassen Bay 29.7	97—120 m	wahrsch. VII etwa 0° (82 m: + 1,71°)	—	Loser Schlamm	Ottertrawl	2 Ex. D 12,5, 13 mm

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
73	Advent Bay 11.8	35—50 m	[+2 bis +2,7°]XVI	—	*Balanus porcatus*-Gemeinschaft; Kies und Stein	Kl. Dredge	5 Ex. D 8,5—12,5 mm
71	Coles Bay 8.8	14—16 m	[+2,4 bis +3,5°]XIV	—	Zuerst Kies, dann Schlamm und Kies	»	1 Ex. D 17 mm
126	Fjordstamm 30.8	47—31 m	[+2 bis +3°]XXXII	—	*Balanus porcatus*-Gemeinschaft; etwas Kies	»	11 Ex. D 8,5—17 mm
61	Green Bay 4.8	46—35 m	—	—	Kies und Stein; *Balanus porcatus*-Gemeinschaft	»	71 Ex. D 6,5—9 mm (3 Ex.), 11,5—14 mm (12 Ex.), 15—20 mm (16 Ex.)
60	» » 3.8	33 m	—	—	Kies, Stein und Schalen mit *Lithothamnion*-Krusten; zahlreiche *Balanus porcatus*-Kolonien	»	Etwa 170 Ex. D 8,5 9,5 und (33 Ex.) 15—21,5 mm

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwedische Expeditionen, nach den Sammlungen des Riksmuseums, Stockholm: 1861: Eisfjord ohne Lokalangabe, 32 m. steingemischter Schlamm (4 Ex.); Advent Bay, 36 bis 54 m. Schlamm (9 Ex.; keine Jahresangabe, nach der Tiefenangabe zu urteilen wahrscheinlich Exped. 1861). 1864: Safe Bay, 54 bis 90 m. (1 Ex.). 1868: Green Bay, 72 bis 80 m, Schlamm mit Steinen (4 Ex.). 1872—73: Skans Bay (Billen Bay), 27 m, Schlamm; Green Bay, 180 m (also im Fjordstamm vor dem Eingang der Green Bay), Stein und Schlamm (3 Ex.). 1898: Nordarm, 175 m, Schlamm; Fjordstamm vor K. Boheman, 40 bis 50 m. — Schwed. Exped. 1900: Coles Bay, 50 m, Stein und Schalen; Green Bay, 10 bis 80 m, Stein (mehrere Ex., Zool. Mus., Uppsala).

Kükenthal's Exped. 1886: ohne Fundortsangabe, wie es scheint (vgl. MICHAILOVSKIJ 1902) Eisfjord (PFEFFER 1894 a). Schwed. Exped. 1890: Eingang, 180 m, Stein (KLINCKOWSTRÖM 1892). Russ. Exped. 1899: Green Bay, 30 m, + 3°, Grus (MICHAILOVSKIJ 1902). Michael Sars-Exped. 1900: Fjordstamm, 260 m, + 1,5° (GRIEG 1904). Princ. Alice-Exped. 1907: Green Bay, 150 m, 41 m (nach den Angaben in der Stationsliste 10 bis 15 m) (KOEHLER 1908).

Nach GRIEG (1900) ist diese Art nächst *Ophiacantha bidentata* »die bei Spitzbergen am häufigsten vorkommende Ophiuride». Unsere Beobachtungen scheinen auf den ersten Blick gegen diese Annahme zu sprechen; wir fanden die Art nur auf 14, in mehreren bis zahlreichen Exemplaren nur auf 7 oder 8 Stationen. Dass *O. aculeata* im Eisfjord bedeutend weniger gemein als *Ophiocten sericeum* wie auch als *Ophiacantha bidentata* ist, kann auch nicht bezweifelt werden. Die geringe Anzahl der Fundorte beruht jedoch sicher zum grossen Teil darauf, dass die Art hauptsächlich auf hartem Boden lebt. GRIEG (1900) findet zwar, dass sie »an keinen bestimmten Grund gebunden» zu sein scheint. Diese Auffassung ist zweifellos insofern richtig, als sie überall nicht allzu selten auf reinem Schlammgrund anzutreffen ist; wenn man die diesbezüglichen Angaben durchmustert, so findet man jedoch, dass es sich wenigstens in der Regel nur um vereinzelte Exemplare handelt. Im Eisfjord fanden wir das Tier vier mal auf reinem Schlammgrund, jedesmal aber nur in vereinzelten Exemplaren. Wenn man bedenkt, dass wir hier mit grossen Trawlen arbeiteten und oft Tausende von andern Ophiuriden erbeuteten, während auf hartem Grund *O. aculeata* mit kleinen Dredgen in verhältnismässig grosser Anzahl gefangen wurde, so kommt man zu dem Schluss, dass diese Art im Eisfjord so gut wie ausschliesslich auf hartem Grund lebt; die auf Schlammgrund gefunde-

nen Exemplare haben sich vielleicht auf vereinzelten Steinen, Alcyoniden, Spongien od. dgl. aufgehalten. Sie kommt nicht einmal auf jeder Art harten Grundes vor; sie fehlt auf dem mit Laminarien bewachsenen Steingrund, auf welchem die meisten unserer auf hartem Grunde ausgeführten Dredgungen stattfanden. Sehr gemein ist das Tier an *Lithothamnion*-Grund.

Die bathymetrische Verbreitung erstreckt sich im Eisfjord von etwa 15 bis 260 m und ist also verhältnismässig beschränkt. Die Region des häufigen Auftretens ist noch kleiner; unterhalb von 150 m ist die Art nur fünfmal und wenigstens an unseren

Fig. 31. *Ophiopholis aculeata.*

zwei Fundorten nur in vereinzelten Exemplaren gefunden worden. Es ist natürlich möglich, dass sie vereinzelt sowohl in geringerer wie in grösserer Tiefe auftreten mag, doch kann man nicht daran zweifeln, dass unsere Ergebnisse die Hauptzüge der Vertikalverbreitung wiederspiegeln. Diese Verhältnisse haben indessen keine allgemeine Gültigkeit; da die Wassertemperatur und andere hydrographische Faktoren ausgeschlossen werden können, muss es Mangel an geeignetem Grund sein, der das Fehlen bzw. die Seltenheit in der obersten und untersten Zone des Eisfjords bedingt.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 31, 32.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen, überall, 22—229 m. Nordwestspitzbergen, 30—475 m. Nordspitzbergen, 22—650 bis 1000 m. Ostspitzbergen, 28—135 m. Beeren Eiland-Bank und N. davon, 29—400 m (Klinckowström 1892, Grieg 1893, 1900, 1904, 1909, Pfeffer 1894, Döderlein 1900, Michailovskij 1902, Koehler 1908 und oben; ferner Lütken 1857, 1858, 1871 b, Heuglin 1874, Ljungman 1867).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Karisches Meer und Karische Pforte, 63—135 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886, Ruijs 1887, Grieg 1910), 22—135 m (Lütken 1886, ungenaue Angaben). Barentsmeer (und Franz Josephs Land, Matotschkin schar, Vaigatsch-Insel), 3,5 bis 20, 30, 54—395 m (Heuglin 1874, Marenzeller 1878, Stuxberg 1878, 1886, D'Urban 1880, Hoffmann 1882, Ruijs 1887, Grieg 1893, 1900, 1904, Breitfuss 1903, Michailovskij 1905, ferner Koehler 1906). Weisses Meer, 2,5 bis 16—65 m (Stieren 1895, Grieg 1900, ferner Jarzynsky 1885, Knipowitsch 1893). Murmanküste, 6 bis 20—86 m (Grieg 1900, Awerinzew 1909, ferner Jarzynsky 1885, Pfeffer 1890, Derjugin 1906, 1912). Ostfinnmarken, 50—413 m (Grieg 1900, 1904, Michailovskij 1905). Westfinnmarken und Lofoten (s. unten). Zwischen Westfinnmarken und Beeren Eiland, 349—530 m (Grieg 1893, Döderlein 1900, Koehler 1908). — Abhang des Nordmeerbeckens vor Storeggen, 720 m (G. O. Sars 1873); Eingang in die Norwegische Rinne, 460 m (Grieg 1904). Färö-Shetland-Kanal, 620, 650, 1008 m (Thomson 1873, Hoyle 1884, 1884 a, Bell 1892). Färö-Island-Rücken und O. von Island, 450—630, 210, 270 m (Grieg 1893, 1904, Schmidt 1904). Jan Mayen, 27—481 m (Fischer 1886, Grieg 1893, 1904, Mortensen 1904). Südostgrönland, 35 bis 90, 234 m (Mortensen 1904, 1913). — Westgrönland, 20 und 5,5 bis 27—686 m (Lütken 1855, 1857, 1858, Stimpson 1864, Duncan & Sladen 1877, 1878, 1881, Norman 1877, Holm 1889, Grieg 1893 a, Vanhöffen 1897, Mortensen 1913). [? Ellesmere Land, Lady Franklin Bay (Fewkes 1888: »a brittle-star closely related to . . . *O. aculeata*»)]. Hudson-Strasse (Whiteaves 1901). — Ostküste von Nordamerika: Labrador, Golf von St. Lawrence, Ebbegrenze bzw. 3,5 m—108 m und ohne Tiefenangaben (Packard 1863, 1866, Bush 1884, Grieg 1893 a, Whiteaves 1901, Rankin 1901, Schmitt 1904, ferner Lyman 1865). Newfoundland-Bank, 155 m (Koehler 1898) (ferner Lütken 1857, Lyman 1865: »Newfoundland»). N. Scotia bis K. Cod, Küste und Bänke, Ufer und 18—200 m oder mehr (Stimpson 1854, Lyman 1865, Verrill 1866, 1871, 1874, 1874 a [1885?], Smith & Harger 1874, Verrill & Rathbun 1880, Ganong 1885, Fewkes 1891, Kingsley 1901). — Pazifisches Gebiet, nördlicher Teil; Ochotskisches und Japanisches Meer (s. unten).

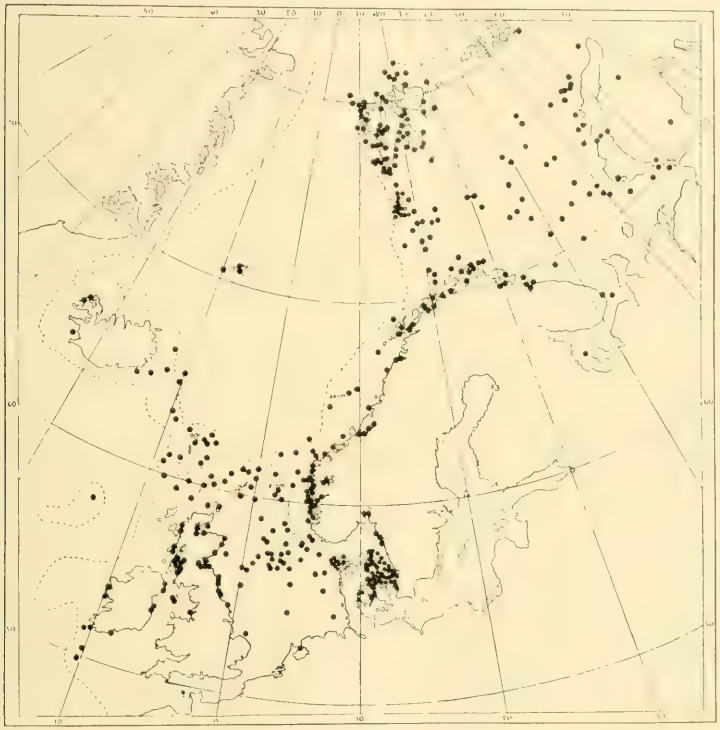


Fig. 32. *Ophiopholis aculeata.*

Boreale Region:

Westküste von Norwegen: Westfinnmarken und Lofotengebiet, sowohl unter borealen wie boreoarktischen Bedingungen, 15—192 und »10—700» m (M. Sars 1850, 1861, Danielssen 1861, Lilljeborg 1851 [*O. scolopendrica*], Aurivillius 1886, Grieg 1893, 1900, Bidenkap 1899, Döderlein 1900, Koehler 1908, 1909; Grieg 1903 und Nordgaard 1905 [»10—700 m»; nach brieflicher Mitteilung Skjærstadfjord, Skarsvik, »Lofoten»]). Übrige Küste, Fjorde und Küstenplateau, Laminariazone bzw. etwa 4 m—etwa 600 m (Danielssen 1859, M. Sars 1861, Lyman 1865, G. O. Sars 1873, Möbius & Bütschli 1874, Storm 1878, Lankaster 1882, Grieg 1889, 1891, 1893, 1896, 1897, 1898, 1904, 1912, 1914, Appellöf 1896, 1897, Nordgaard 1893, 1907, Koehler 1908). Norwegische Rinne: Eingang und nördlicher Teil, 350, 360, 366, 377 m (Grieg 1893, 1904); mittlerer Teil, 343, 333 m (Koehler 1908, Süssbach & Breckner 1911). Skagerak: Kristianiafjord, 90 bis 180 m (Hjort & Dahl 1900), 7 bis 11—20 bis 30 m (Kiær 1904, ferner Kiær & Wollebæk 1913); schwedische Küste: Gullmarfjord und Umgebung (Théel 1907); Väderöarna, Gegend von Marstrand (S. Bock nach persönlicher Mitteilung) (ferner Ljungman 1865: Bohuslän, gemein). Kattegatt und Samsö-Belt, 6 bis 8—etwa 60 m (Petersen 1889, 1913, Petersen & Levinsen 1900, ferner Lütken 1871); Skelderviken bis Kullen, 14—27 m (Lönnberg 1903, ferner Retzius 1783, Ljungman 1865). Öresund (bis Flinträннan), Belte, »Algenregion»—50 m und ohne Tiefenangaben (Lütken 1857 a, 1871, Möbius 1873, 1873 a, Möbius & Bütschli 1874, Petersen [1889], 1913, Lönnberg 1898).

Nordsee: nördlicher und mittlerer Teil mit dem westlichsten Teil des Skagerak, von den Shetlandinseln bis an die Nordostecke der Doggerbank, an der britischen Küste südlich bis Scarborough; Ebbegrenze—200 m (Forbes, 1841, Gray 1848, Norman 1869, Hodge 1871, Möbius & Bütschli 1874, M'Intosh 1875, Leslie & Herdman 1881, Hoyle 1884, 1884 a, Pearcey 1885, 1902, Bell 1883, 1892 [u. a: Scarborough, »under stones at very long tide, rare»], Meissner & Collin 1894, Fulton 1898, Grieg 1904, Tesch 1906, Süssbach & Breckner 1911, Petersen 1913, ferner Fleming 1828, Appellöf 1905, 1912); südliche Nordsee: NO. von Cromer, 27 m, Helgoländer Tiefe, 35 m, Zuider-See, 8 m (Möbius & Bütschli 1874), 54° 17′ n. Br., 4° 15′ ö. L., 50 m (Tesch 1906). Westküste von Schottland, Irische See, Gezeitenzone—122 und 90 bis 185 m (Forbes 1841, Thompson 1856, Chadwick 1886, Henderson 1888, Hoyle 1890 [1884 a], Bell 1892, Fulton 1898, Herdman 1901, Nichols 1907, ferner Thompson 1840, Gray 1848, Scott 1897). Südküste von Irland (Thompson 1856, Bell 1892). Westküste von Irland, Ufer (Beaumont 1900), 20—97 m (Sladen 1891, Holt 1892, Nichols 1912, ferner Haddon 1888, Bell 1892, Kemp 1905). S. von der Südwestecke von Irland, 360 m (Bell 1892 [1890, bei demselben Fundort: 125 m), angeblich 135 m (nach der Ortangabe wahrscheinlich tiefer) (Hoyle 1884). [Irland ferner Thopmson 1844, Nichols 1903].

?Englischer Kanal: Kanalinseln (Guernsey, Alderney) (Sharp 1908 [*Ophiocoma bellis*], 1910 [*Ophiotria* (!) *bellis*]).[1]

Färö-Shetland-Kanal und Küstenplateau im S. davon; Färö-Bänke und Färöer; Laminariazone [Färöer], 88—375 und 560 m (Lyman 1882 a, Hoyle 1884 [1884 a], Bell 1892, Hörring 1901, Grieg 1904, Koehler 1908, Süssbach & Breckner 1911; ferner Lütken 1857). Südküste des W. Thomson-Rückens, 780, 955 m (W. Thomson 1873, Hoyle 1884, [1884 a], Bell 1892). — Rockall Island (Sladen 1897).

Island: Südostküste, 75, 150 m; West- und Nordwestküste (Grieg 1904, Lundbeck 1893, Hörring 1901).

Ostküste von Nordamerika: Küste unmittelbar S. von K. Cod, 9—43 m; Long Island Sound (Desor 1851, Clark 1904 [Verrill's Angabe Vineyard Sound fast sicher unrichtig], 1905, ferner Verrill 1873, Coe 1912). In grösserer Entfernung von der Küste, etwa 40° n. Br., 234—428 m (Verrill 1880, Howe 1901), 1800 m (Verrill 1885; keine Lokalangabe, nach der Tiefenangabe in diesem Gebiet). Küste von Maryland (37° 31′ n. Br.), 35 m (Verrill 1885 [nach Clark auch vor New Jersey, 68 m; eine solche Angabe kann ich nicht finden]). [Ferner nach Verrill 1885 »as far south as off C. Hatteras»; das Vorkommen hier (in ziemlicher Tiefe) wäre kaum überraschend, Clark (1904) erwähnt jedoch keine südlicheren Funde als vor N. Jersey.]

Pazifisches Gebiet:

Nordküste von Alaska, 24 m; Beringsstrasse (Murdoch 1885, Clark 1911). Beringsmeer, Aleuten und Kommandeur-Inseln, Kamschatka, 28—217, 510 m (Clark 1911, ferner Ludwig 1886). Südküste von Alaska, 37—130 m, Südostalaska (Sitka) (Hauptart + var. *kennerlyi*). Brit. Columbia bis Kalifornien (südl. bis 37° 5′ n. Br.), 28—425 m (var. *kennerlyi;* auch die Hauptart erwähnt, die Exemplare doch warscheinlich »more properly» als die Varietät zu betrachten) (Clark 1911; hieher auch Lyman 1865, *O. kennerlyi* und *O. caryi*). Ochotskisches und Japanisches Meer, 115—570 m (Clark 1911), 1000 bis 1600 m (Marenzeller 1903). Verbreitung von var. *japonica* Lyman: Beringsmeer bis Südalaska; Ochotskisches und Japanisches Meer; O. von den Kurilen; Ostküste von Jesso und Hondu, 14—1850 m (Clark 1911, auch Lyman 1882).

[1] Diese Arbeiten treten offenbar ohne alle wissenschaftlichen Ansprüche auf (Nomenklatur usw. nach Forbes 1841!). Da die Fundorte isoliert in einem Gebiet liegen, von welcher *O. aculeata* sonst nicht bekannt ist, dürfte eine Bestätigung dringend nötig sein, obgleich man freilich eine Verwechslung dieser Art mit einer andern kaum für möglich halten würde.

Bathymetrische Verbreitung.

Die bathymetrische Verbreitung erstreckt sich vom Ufer bis in 1800 oder sogar (var. *japonica*) 1850 m Tiefe (s. oben); besonders in bezug auf die obere Grenze findet man gewisse Unterschiede zwischen verschiedenen Gebieten.

In mehreren arktischen Gegenden ist die Art, wie im Eisfjord, erst unterhalb von 15 oder meist 20 m angetroffen worden; das gilt besonders vom ganzen Spitzbergengebiet. In andern arktischen und boreoarktischen Gebieten kann sie jedoch in geringerer Tiefe auftreten; in mehreren Fällen ist es zwar unmöglich zu entscheiden, ob das Tier regelmässig oder nur ausnahmsweise dort zu finden ist (Novaja Semlja, 2 Funde 3,5 bis 20 m; Weisses Meer, 2,5 bis 16 m, s. oben), an der Küste von Labrador und an der amerikanischen Küste südlich davon müssen aber, nach den vielen Angaben über Vorkommen an der Ebbegrenze und in weniger als 10 m Tiefe zu urteilen, ganz andere Verhältnisse als im Eisfjord vorliegen. In borealen Gegenden lebt die Art teils bis zu etwa 10 m (in der Regel an der skandinavischen Küste), teils bis zur Ebbegrenze hinauf (britische Küsten). Wahrscheinlich erstreckt sich die Verbreitung bei günstiger Bodenbeschaffenheit überall bis zu etwa 10 m hinauf; was den Eisfjord betrifft, ist zu bemerken, dass wir zwischen 10 und 22 m hauptsächlich Stellen mit mehr oder weniger schlammigem Grund untersuchten; die vielen Stellen mit steinigem Laminariengrund liegen erst in geringerer Tiefe.

Nach unten zu geht *O. aculeata* sowohl unter arktischen wie borealen Bedingungen viel tiefer als im Eisfjord. Im Nordmeer und Atlantischen Meer sowie im N. von Spitzbergen ist sie noch bis zu 650 m oder mehr nicht selten (s. oben, besonders Hoyle 1884, Grieg 1893, 1904), obgleich sie wohl wahrscheinlich schon unterhalb von 150 oder wenigstens 200 bis 300 m nie in so grosser Individuenzahl wie z. B. am *Lithothamnion*- (und *Balanus*-)Grund des Eisfjords auftritt. Aus noch grösserer Tiefe sind folgende Funde bekannt: N. von Spitzbergen, 650 bis 1000 m, 2 Ex. (Grieg 1900); Norwegische Küste, 720 m (G. O. Sars 1873); Färö-Shetland-Kanal, 1008 m, 2 Ex.; Südküste des W. Thomson-Rückens, 780 m, 16 Ex.; 955 m, 2 Ex. (Hoyle 1884); Amerikanische Küste S. von K. Cod, 1800 m (Verrill 1885). — Im pazifischen Gebiet steigt die var. *japonica* bis zu 1850 m Tiefe hinab; die Hauptart und var. *kennerlyi* sind nach Clark (1911) nicht tiefer als 670 bzw. 425 m gefunden worden. (Marenzeller verzeichnet einen Fundort in 1000 bis 1600 m Tiefe; vielleicht var. *japonica*.)

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Wenn man die Verbreitung von *Ophiopholis aculeata* näher betrachtet, so fällt es auf, dass sie in mehreren hocharktischen Gebieten fehlt oder äusserst selten ist. Aus Nordostgrönland, aus Nordwestgrönland und dem Archipel westlich davon ist sie ganz unbekannt; diese Gegenden sind gegenwärtig teilweise verhältnismässig so genau erforscht (nördlicher Teil von Nordostgrönland durch die Danmark-Expedition, Jones Sound durch die 2. Fram-Expedition), dass die Art wenigstens unvergleichlich seltener sein muss als in andern arktischen Gegenden. Ähnlich liegen die Verhältnisse an den arktischen Küsten östlich vom Nordmeer. An der Westküste von Novaja Semlja, im Matotschkin schar und in der Karischen Pforte ist *O. aculeata*, wie die Karte Fig. 32 zeigt,

sehr gemein, im Karischen Meer dagegen sehr selten; ausser den zwei auf der Karte verzeichneten Funden ist sie zwar von der Dijmphna-Expedition gefangen worden, Holm (1887) bemerkt aber ausdrücklich, dass sie selten war; besonders beleuchtend sind die Ergebnisse der holländischen Expedition 1882—83, welche diese Art nur ein einziges Mal erbeutete, während z. B. *Ophioscolex glacialis* an 44, *Ophiura sarsii* an 53 und *Ophiacantha bidentata* an 73 Stellen gefangen wurden. Weiter östlich fehlt die Art ganz; schon Stuxberg rechnet sie zu den an der sibirischen Küste fehlenden Formen, und die neueren russischen Untersuchungen haben die negativen Ergebnisse der Vega-Expedition bestätigt. [Nach Grieg (1900) dagegen »scheint aller Grund vorhanden, anzunehmen, dass sie auch dort lebt»; diese Annahme dürfte nicht berechtigt sein, obgleich ein vollständiges Fehlen an der ganzen sibirischen Küste natürlich nicht erwiesen ist.] Da es sich hierbei um mehrere Gebiete handelt, die weit von einander abliegen, andererseits aber unmittelbar an Gegenden grenzen, wo das Tier gemein vorkommt, drängt sich die Schlussfolgerung auf, dass das Fehlen auf der ungünstigen Einwirkung einiger für alle hocharktischen Gebiete gemeinsamen äusseren Bedingungen beruhen muss; und von solchen können kaum andere in Frage kommen, als die konstant sehr niedrige Temperatur.

Diese Auffassung stösst jedoch auf eine Schwierigkeit: *O. aculeata* ist im ganzen Spitzbergengebiet verbreitet; ferner lebt sie bei Jan Mayen, obgleich vielleicht nicht häufig. Sowohl in diesen wie in andern Gegenden (besonders im Barentsmeer, s. Michailovskij 1905) ist sie auch oft in Wasser von negativer Temperatur gefunden worden. Auch unzweifelhafte Warmwassertiere, wie z. B. *Pandalus borealis* (s. meine Bearbeitung der Eisfjorddecapoden) können zwar sowohl in Nord- wie in Ostspitzbergen auftreten; dabei handelt es sich jedoch um deutliche Ausnahmefälle; *O. aculeata* dagegen ist dort gemein und findet sich nicht nur im Storfjord, an der Nordküste und in der Hinlopen-Strasse, wohin abgekühltes Golfstromwasser noch vordringt, sondern auch östlich vom Nordostland und bei K. Karls Land. Es ist natürlich nicht möglich, in einer so schwierigen Frage, wo scheinbar unvereinbare Tatsachen einander gegenüberstehen, ein sicheres Urteil zu fällen, ehe die Verbreitung und die Lebensweise in Nord- und Ostspitzbergen genauer bekannt sind; doch scheint es mir, dass man vorläufig dem Fehlen bzw. der grossen Seltenheit in den übrigen hocharktischen Gegenden grössere Bedeutung beimessen und folglich annehmen muss, dass die Art sehr ausgesprochen hocharktische Bedingungen meidet; das Vorkommen an den hocharktischen Küsten von Spitzbergen könnte damit in Zusammenhang stehen, dass diese unmittelbar an niederarktische Gebiete grenzen (und zu grossem Teil von schwachen Golfstromästen erreicht werden); oder das Tier hat sich wegen besonders günstigen Bedingungen anderer Art hier an ungünstige Temperaturverhältnisse gewöhnen können.

Um das Verhältnis zu hohen Temperaturen zu beurteilen, muss man die Lebensbedingungen in verschiedenen borealen Gebieten im einzelnen betrachten. Der Kürze halber stelle ich zunächst nur einige ungefähren Angaben über die Jahresamplitude in durch häufiges Vorkommen ausgezeichneten Gegenden zusammen. Norwegische Rinne: etwa + 5,5—+ 6,5°. Nördliche und mittlere Nordsee: etwa + 5—+ 9° (s. Süssbach & Breckner 1911 und die hydroghaphische Literatur). Skandinavische Fjorde usw. in grösserer Tiefe: ungefähr wie in den erwähnten Gebieten; in geringerer Tiefe hö-

heres Maximum, in Westnorwegen z. B. etwa + 5—+ 12° (s. NORDGAARD 1899, 1901). (Westküste von Irland von einiger Tiefe an fast konstant + 10 , in geringerer Tiefe das Maximum etwas höher, das Minimum etwas niedriger; nach der übrigen Verbreitung scheint das Tier im allgemeinen kaum unter solchen Bedingungen zu leben.) Kattegatt, 10—30 m: starke jahreszeitliche Schwankungen; im Sommer + 15 bis 16 oder sogar 17°, im Winter + 2° oder noch weniger (s. PETERSEN 1889 a, Cons. perm. 1907 ff. u. a.) (ähnliche Verhältnisse an der Küste von Bohuslän).

Die oben besprochenen Bedingungen erträgt die Art sehr gut. In der südlichen Nordsee ist die Temperatur im Sommer ungefähr ebenso hoch wie in den zuletzt erwähnten Gegenden (+ 15° oder mehr), sinkt aber im Winter kaum unter + 5°. Die Art tritt jedoch hier unwiderleglich nur als Seltenheit oder vielleicht sogar nur zufällig auf. Es ist natürlich möglich, dass diese Seltenheit durch ganz andere, unbekannte Bedingungen verursacht wird, doch kann man vorläufig annehmen, dass die Art eine Temperaturamplitude von + 5—+ 15° nicht gut erträgt.

Jedenfalls kann *O. aculeata* als eurytherm bezeichnet werden, obgleich nicht in demselben Grade wie *Solaster papposus* und *Henricia sanguinolenta*. In der Verbreitung und Lebensweise sind keine Tatsachen bekannt gemacht, welche beweisen, dass sie sich den borealen Bedingungen sekundär angepasst habe. Vielleicht sind arktische Bedingungen günstiger; die Art bleibt in borealen Gegenden stets kleiner (und ist ferner dort nie kräftig bestachelt). In der Arktis erreicht die Scheibe einen Durchmesser von 20—25 mm (s. LÜTKEN 1858, FISCHER 1886, GRIEG 1893, 1900, MICHAILOVSKIJ 1902, 1905 und oben). In borealen Gebieten findet man nie so grosse Exemplare, obgleich wenige genaue Angaben existieren (GRIEG 1893: selten 15 mm; CLARK 1905: sehr kleine Exemplare in seichtem Wasser südlich von K. Cod); an einer Anzahl Exemplare von der schwedischen Küste finde ich einen Scheibendurchmesser von höchstens 12 mm und dieser Mass dürfte dort nur wenig überschritten werden. Hierin darf man jedoch nicht ein Zeichen arktischer Herkunft erblicken; die Art ist ja äusserst gemein unter borealen Bedingungen, und ihre Vertikalverbreitung ist nicht verändert. Über die Fortpflanzung ist nichts bekannt. Natürlich ist es immerhin nicht ausgeschlossen, dass die Art sich bis zu einem gewissen Grade an das Leben unter borealen Bedingungen sekundär gewöhnt hat; gegen die Möglichkeit einer wirklich arktischen Herkunft sprechen jedoch mehrere Tatsachen, besonders das Fehlen in ausgesprochen hocharktischen Gegenden.

Amphiura sundevalli (MÜLL. et TROSCH.).

Syn. *A. holbölli* LÜTKEN.

Wir fanden diese Art an einer oder wahrscheinlich zwei Stellen im Eisfjord, die Exemplare sind mir aber in unerklärlicher Weise abhanden gekommen, so dass ich leider keine Angaben über die Fundorte machen kann.

Frühere Funde im Eisfjord:

Ältere schwedische Expeditionen: 1861: Sassen Bay, 35 m, Schlamm (1 Ex.); 1864: Safe Bay, 70 m, Schlamm (3 Ex.), 55 bis 90 m, Schlamm (1 Ex.); 1868 (wahrscheinlich): Advent Bay, 18 bis 27 m, Schlamm (3 Ex.) (Riksmuseum, Stockholm).

Helgoland-Exped. 1898: Fjordstamm, 210 bis 240 m, Schlamm mit wenig Steinen (GRIEG 1900). Michael Sars-Exped. 1901: Fjordstamm, 260 m, + 1,4° (GRIEG 1904).

Die früher im Eisfjord gemachten Funde von *Amphiura sundevalli* zeigen, dass sie dort nicht so selten ist, wie man nach unseren Beobachtungen glauben möchte. Sie ist in allen Gegenden häufig auf reinem und mit gröberem Material gemischtem Schlammgrund, ausserdem aber nicht selten an steinigem Boden beobachtet worden. Die bathymetrische Verbreitung im Eisfjord umfasst alle Tiefen, worin das Tier in der Regel lebt.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 33.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: W. vom Südkap, 135 m; Belsund, 150 m (Grieg 1900); Eisfjord (s. oben); Cross Bay, 250 m (Koehler 1908). Nordwestspitzbergen, 24, 50, 310 m (Grieg 1900, 1909). Nordspitzbergen:

Fig. 33. *Amphiura sundevalli.*

Treurenburg Bay, 84 bis 22 m (Grieg 1909). Ostspitzbergen: Hinlopen-Strasse, K. Karls Land, Edges Land, Storfjord, 15 bis 18—198 m (Pfeffer 1894, Grieg 1900, Michailovskji 1902). [Ferner Müller & Troschel 1842, Ljungman 1867, Lütken 1871: Spitzbergen.]

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer O. von Taimyr, 40 m (Stuxberg 1882). Karisches Meer, 79—120 m (Levinsen 1886). Barentsmeer in der Nähe von Novaja Semlja, 9 bis 35—170 m (Marenzeller 1878, Stuxberg 1878, 1886, Grieg 1904, Michailovskij 1905 [dazu aus der Mitte des Barentsmeers, 240 m, ein abweichendes Exemplar, das eine »wahrscheinlich neue Art» repräsentieren soll], ferner Koehler 1909); vor der Murmanküste, 128 m (Grieg 1900); N. von Nordkyn, 413 m (Michailovskij 1905). — Nordostgrönland, nördlicher und südlicher Teil, 10 bis 20, 35 m (Mortensen 1910, 1904). Südostgrönland, 55 bis 90 m (Mortensen 1913). — Westgrönland, 8 bis 21—360 bis 380 m (Lütken 1857, 1858 [1871], Vanhöffen 1897, Mortensen 1913, ferner Lyman 1865). Nordwestgrönland, 5,5—63 m (Ives 1892, Rankin 1901). Ellesmere Land, 27 m (Duncan & Sladen 1877, 1878, 1881). Pr. Regents Inlet, 12,5 m (Grieg 1893 a). — Labrador, Nordostecke, 27, 18 bis 27 m (Packard 1866, Bush 1884). [? Golf von St. Lawrence (Whiteaves 1871, 1872, 1901); nach Verrill eine andere Art, vgl. Whiteaves 1901.] — Pazifisches Gebiet: Beringsstrasse, 22 m; Alaska ohne nähere Angaben (Clark 1911); Plover Bay (Sibirien), 7 bis 30 m (Ludwig 1886).

Bathymetrische Verbreitung.

Die bisherigen Funde von *A. sundevalli* liegen zwischen 5,5 und 413 m. Am gemeinsten ist die Art zwischen ungefähr 20 und 300 m oder etwas weniger. Aus geringerer Tiefe als 15 bis 20 m sind nur zwei Funde bekannt (Nordwestgrönland und arktisches Nordamerika: 5,5, 12,5 m, s. oben).

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Amphiura sundevalli ist in allen einigermassen gut bekannten arktischen Gebieten verbreitet und lebt nach den bisherigen Beobachtungen sowohl in Wasser von negativer wie von niedrig positiver Temperatur; die höchste beobachtete Temperatur beträgt + 3,1° (Michailovskij 1905). Von ausgeprägt boreoarktischen Gegenden ist die Art nicht bekannt (nicht von der Murmanküste und Ostfinnmarken, vom Barentsmeer nur vor der Küste) und sie ist dort wohl jedenfalls selten. Wegen dieser vorwiegend rein arktischen Verbreitung sowie wegen des anscheinend gemeineren Vorkommens in Ost- als in Westspitzbergen, im Verein mit der Seltenheit im Eisfjord im Sommer 1908, muss man die Möglichkeit offen lassen, dass sie hocharktische Bedingungen bevorzugt. Die vielen Funde in Westgrönland, wo die Art bis an die Südspitze verbreitet ist, spricht jedoch gegen diese Möglichkeit.

Ophiacantha bidentata (Retzius).

Syn. *O. spinulosa* (Müll. et Trosch.).

Verbreitung im Eisfjord.

Verzeichnis der Fundorte (s. Karte 3):

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
42	Svensksundstiefe (Eingang in den Fjord) 24.7	406—395 m	382 m: + 2,61°	34,90	Loser Schlamm	Trawl	Massenweise, wenigstens 1000 Ex.; 7 Ex: D 4, 9-14 mm.
43	Svensksundstiefe (Eingang in den Fjord) . . . . . »	228—257 m	228 m: + 2,74°	34,90	» »	»	3 Ex.
4	Svensksundstiefe (Eingang in den Fjord) 15.7	227—313 m	[etwa + 2,5°][I]	—	Schlamm	Ottertrawl	8 Ex. D 9—13 mm
13	Eingang in die Safe Bay 16.7	118—127 m	108 m: + 0,63°	34,43	Loser Schlamm	Trawl	13 Ex. D 5,5—11,2 mm
6	Safe Bay 15.7	40 m	—	—	Schlamm, etwas Stein	»	3 Ex.
20	Ymer Bay 20.7	85—100 m	85 m: — 0,28°	34,54	Sehr loser Schlamm, stellenweise Stein mit Algen	»	3 Ex. D 12—14 mm
26	» » . . . . . »	78—50 m	75 m: + 1,7°	—	Fester und zäher Schlamm	Kl. Dredge	2 Ex. D 12,5, 13 mm
33	Fjordstamm 23.7	263—256 m	[+2 bis +2,6°][IX]	—	Sehr loser Schlamm	»	174 Ex.; 84 Ex: D 15—16 mm
41	» 24.7	234—254 m	251 m: + 2,56°	34,96	Loser Schlamm	Trawl	396 Ex.
21	Eingang in die Tundra Bay 20.7	71—68 m	— 0,93°	34,29	Loser Schlamm, stellenweise Stein	»	4 Ex

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
94	Fjordstamm 21.8	147—141 m	140 m: —0,62°	34,49	Loser Schlamm mit kleinen Steinen	Trawl	Etwa 30 Ex
98	Nordarm 27.8	130—116 m	115 m: —0,82°	34,40	Loser Schlamm	»	Etwa 200 Ex.
99	» . . . . . »	197—190 m	190 m: + 0,80°	34,72	» »	»	300 bis 400 Ex.
102	Nordarm Eingang in die Yoldia Bay . . 14.8	70—93 m	85 m: + 0,68°	34,25	Zäher und fester Schlamm mit vielen Steinen	»	38 Ex.
93	Ekman Bay 20.8	44—55 m	+ 1,72°	—	Sehr zäher, stark roter Schlamm; etwas Kies	»	Etwa 30 Ex.
116	Nordarm, vor dem Eingang in die Dickson Bay 25.8	57—60 m	+ 1,2°	—	Kies und Stein	»	30 Ex.
117	Eingang in die Dickson Bay 25.8	29—27 m	[etwa + 2°]XXVII	—	Strauchförmiges *Lithothamnion* auf Schlammboden	Kl. Dredge	Etwa 10 Ex.
119	Eingang in die Dickson Bay 26.8	44—14 m	—	—	Strauchförmiges *Lithothamnion* auf Schlammboden	»	1 Ex. D 8 mm
120	Dickson Bay . . . 27.8	98 m	93 m: — 1,63°	34,27	Loser Schlamm	»	5 Ex.
82 b	Billen Bay 15.8	65 m	— 0,7°	—	Fester Schlamm mit Steinen und Kies	»	5 Ex.
101	» » 14.8	150—140 m	140 m: —1,67°	34,43	Loser Schlamm mit Steinen	Trawl	27 Ex. D 5—15 mm
87	» » 17.8	37—35 m	+ 1,5°	—	Sehr loser Schlamm, etwas Kies	Kl. Dredge	2 Ex.
46	Sassen Bay 29.7	94—80 m	—	—	Loser Schlamm	Trawl	4 Ex.
55	Tempel Bay 31.7	92—107 m	—1,50°	34,49	Roter Schlamm	Kl. Dredge	1 Ex.
47	Eingang in die Sassen Bay 29.7	97—120 m	etwa 0°VII [82 m: +1,71°]	[34,18]	Loser Schlamm	Ottertrawl	18 Ex. D 10—12 mm
48	Ostarm 31.7	199—226 m	210 m: + 1,27°	34,72	» »	Trawl	Unzählige Mengen, zweifellos ein paar tausend Ex.
104	Fjordstamm 17.8	260 m	270 m: + 1,62°	34,79	» »	»	185 Ex. D bis 16 mm
44	Eingang in die Advent Bay 27.7	150—110 m	128 m: + 0,01°	34,54	Loser Schlam mit Kies	»	Etwa 240 Ex.
95	Fjordstamm 21.8	188—181 m	[0 bis + 0,5°]IX (163 m: — 0,11°)	—	Schlamm mit Steinen	»	13 Ex.
97	» 23.8	243—230 m	[+2 bis +2,5°]IX	—	Loser Schlamm	Trawl (Netz unklar)	6 Ex. D 8,5—14 mm
96	» 22.8	230—200 m	208 m: + 2,56°	34,76	Schlamm mit etwas Stein und Kies	Trawl	5 Ex.
126	» 30.8	47—31 m	[+2 bis +3°]XXXII	—	*Balanus porcatus*-Gemeinschaft. Etwas Kies; Schlamm in den *Balanus*-Kolonien.	Kl. Dredge	1 Ex.
103	Green Bay 17.8	130 m	+ 0,58°	—	Loser Schlamm. Einige Steine und *Balanus porcatus*	Trawl	2 Ex.

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwed. Expeditionen 1861—1898, nach den Sammlungen des Riksmuseums, Stockholm: 1861 (wahrscheinlich): Advent Bay, 36 bis 54 m, Schlamm, 2 Ex. 1864: Safe Bay, 54 bis 90 m, Schlamm, 19 Ex. 1898: Eingang in den Nordfjord vor K. Boheman, 40 bis 50 m, 3 Ex.; Nordarm, 175 m, Schlamm, 39 Ex.; Eingang, 400 m, 2 Ex. — Schwed. Exped. 1900: Eingang, 350 m, zahlreiche Ex.; Coles Bay, 50 bis 100 m, Stein, 2 Ex.; 100 m, felsig, 2

Ex.; Fjordstamm vor dem Eingang in die Coles Bay, 150 bis 100 m, zahlreiche Ex.; Green Bay, 10 bis 80 m, Stein, mehrere Ex. (Zool. Mus., Uppsala).

Heuglin'sche Exped. 1870: Advent Bay (LÜTKEN 1871 b, HEUGLIN 1874). Norw. Nordmeerexped. 1878: Advent Bay, 110 m, + 0,7°, Schlamm (GRIEG 1893). Kükenthal's Exped. 1886: ohne Fundortsangabe, wie es scheint (vgl. MICHAILOVSKIJ 1902, p. 519) Eisfjord (PFEFFER 1894 a). Schwed. Exped. 1890: Eingang, 180 m, Stein; Green Bay, 35 bis 70 m, Schlamm und Kies (KLINCKOWSTRÖM 1892 [*Ophiocoma nigra*[1]]). Helgoland-Exped. 1898: Fjordstamm, 210 bis 240 m, Schlamm mit wenig Steinen, sehr zahlreich (GRIEG 1900). Olga-Exped. 1898: Ostarm? (angeblich Sassen Bay; s. oben S. 19), 190 m, Schlamm; Eingang in die Green Bay, 145 bis 180 m, Schlamm (DÖDERLEIN 1900). Princ. Alice-Exped. 1898: Eingang, 393 m, Schlamm; Tempel Bay, 102 m, Schlamm (KOEHLER 1908). Russ. Exped. 1900: Fjordstamm, 205 m, — 0,8°, ausserordentlich zahlreich; 243 m, — 0,8°, Schlamm und Kies; Billen Bay, 142 bis 133 m, — 1,9°, Schlamm mit Steinen (MICHAILOVSKIJ 1902). Michael Sars-Exped. 1901: Fjordstamm, 260 m, + 1,4°; Green Bay, 140 m, + 1,1°, gewöhnlich (GRIEG 1904).

Ophiacantha bidentata ist nach GRIEG (1900) »die bei Spitzbergen am meisten verbreitete Ophiuride». Wie die obigen Angaben zeigen, ist sie ausserordentlich gemein im Eisfjord. In der grossen Tiefe des Fjords ist sie überall vorhanden und somit die gemeinste Ophiuride; doch lebt sie auch hier oft nicht in so ungeheuren Massen wie *Ophiocten sericeum*, und in der Gesamtheit des Fjords ist sie gar nicht so gemein wie die genannte

Tiefe in m																						
	5	9	24	28	30	32	38	39	66	67	70	74	75	76	77	84	108	111	112	115	121	123	128
10	7	25	36	37	52	57	63	65	71	72	85	91											
20	**117**	**119**	14	16	17	18	27	31	49	50	56	81	83	86	89	106	110	114	124	127			
30	**6**	**87**	**126**	8	15	59	60	73	79	90													
40	**93**	19	34	35	51	61	109	113	122	130													
50	**116**	45	53	54																			
60	**26**	**21**	**82**	80	92	125	129																
70	69	88																					
80	**46**	**102**	22	64																			
90	**20**	**55**	**120**	23																			
100	**47**	100																					
	78																						
	44	**98**	**103**	12	107																		
	13																						
	94	**101**																					
150																							
	95																						
	99	105																					
200																							
	48	**96**																					
	97																						
	41	**43**																					
250	**33**	**104**																					
	4																						
300																							
350																							
400	**42**																						

[1] *Ophiocoma nigra* ist eine rein boreale Art, die nicht einmal im nördlichen Norwegen lebt (GRIEG 1900, 1903); die Angabe über ihr Vorkommen im Eisfjord kann daher ohne den geringsten Zweifel auf unrichtige Bestimmung zurückgeführt werden. Da nun *O. bidentata* im Eisfjord und auch im Eingang gemein ist, ist es ziemlich sicher, dass diese Art vorgelegen hat; wie GRIEG (1900) gezeigt hat, ist sie wahrscheinlich auch im Barentsmeer mit *O. nigra* verwechselt worden.

Art. Wir fingen *O. bidentata* an 33 Stationen, an einer Stelle in wenigstens 1,000, an einer andern in ein paar tausend, an den übrigen zusammen in gegen 2,000 Exemplaren.

Wir fanden die Art teils auf hartem Boden (zweimal auf *Lithothamnion*grund), meist jedoch auf reinem oder mit Steinen und Kies gemischtem Schlammgrund. Schon frühere Beobachtungen (Grieg 1900 u. a.) zeigen, dass sie auf reinem Schlamm leben kann, wo keine feste Gegenstände vorkommen, an welchen sie sich anklammern kann. Wenigstens im Eisfjord hat sie sogar sicher ihre Hauptverbreitung auf dem fast reinen Schlammgrund des Fjordstamms und der Hauptstämme, wo sie fast in jeder Dredgung, meist in grosser Individuenzahl, erbeutet wurde.

Die bathymetrische Verbreitung (s. die obenstehende Übersicht) erstreckt sich von etwa 30 (29 bis 27) m bis in die grösste Tiefe des Fjords. Bis zu etwa 50 m hinab ist die Art merklich seltener als weiter abwärts; bei den zahlreichen in Tiefen von 27—44 m ausgeführten Dredgungen wurde sie nur fünf mal und nur in geringer Menge gefunden. In andern Gegenden scheint *O. bidentata* nicht selten in diesen Tiefen zu sein, da sie aber im Eisfjord dort nicht fehlt, kann man nicht sicher behaupten, dass ein Unterschied in dieser Beziehung vorhanden ist; wenn dies der Fall ist, müssen es spezielle ungünstige Umstände (in der Bodenbeschaffenheit od. dgl.) sein, welche die Seltenheit im Eisfjord bedingen.

Bedeutungsvoller ist die Tatsache, dass die Art in der obersten Zone des Fjords, oberhalb von 25 m, vollständig fehlt. Die Ursache dieser Fehlens dürfte nicht in der Bodenbeschaffenheit zu suchen sein, da hier Stellen mit sehr verschiedenem Grund untersucht wurden. Wichtiger ist jedoch folgende Überlegung. Wenn man alle Beobachtungen in andern Gegenden mit ähnlichen oder mit boreoarktischen Bedingungen (übriges Westspitzbergen, Ostfinnmarken, Westgrönland, Ostküste von Nordamerika) zusammenstellt, so findet man, dass die Art zwar in der Regel, im Gegensatz zum Eisfjord, bis zu etwa 30 m hinauf mehr oder weniger häufig ist, dass sie aber, soweit aus den vorliegenden Angaben hervorgeht (s. unten), kein einziges Mal in geringerer Tiefe gefunden worden ist. Das Fehlen in diesen geringen Tiefen ist also in allen diesen Gegenden eine allgemein gültige Regel. Doch scheint die Art unter gewissen Bedingungen nicht allzu selten in seichtem Wasser aufzutreten, wie aus der folgenden Zusammenstellung der Angaben über Funde in 4—20 m Tiefe hervorgeht: Pfeffer 1894: Ostspitzbergen, 9 bis 11, 14 bis 18, 16 bis 18 m; Michailovskij 1902: Ostspitzbergen, 18 (zahlreich), 18, 19 bis 20, 20 m (zahlreich); Koehler 1908: Nordspitzbergen, 20 m; Grieg 1909: Nordwestspitzbergen, 4 m; Stuxberg 1878, 1886: Matotschkin schar, 18 m; 1882: Sibirische Nordküste, 9 m; Kalischewskij 1907: Sibirische Nordküste, 14 bis 16 m; Mortensen 1904, 1910: Nordostgrönland, 5,[5], 16 bis 18, 10 bis 20, 15 bis 20, 15 bis 20 m; Grieg 1907 a: Jones Sound, 14 bis 16, 16 m; Grieg 1893 a: Pr. Regents Inlet, 12 m. Alle diese Fundorte liegen in Gegenden, die entweder hocharktisch sind oder wenigstens durch kälteres Oberflächenwasser als z. B. der Eisfjord ausgezeichnet sind. Dieser Gegensatz zwischen der hocharktischen und den übrigen arktischen Gebieten kann wohl kaum zufällig sein, wenngleich natürlich das Tatsachenmaterial dringend eine Vervollständigung nötig hat. Die Ursache kann in diesem Falle nur die sein, dass *O. bidentata* die hohe Temperatur des

Oberflächenwassers meidet. Die obere Temperaturgrenze dürfte bei ungefähr + 3° liegen, jedenfalls, wie die Verbreitung im Eisfjord zeigt, nicht unterhalb von + 2,5° bis + 2,75°.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 34, 35.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: Südkap bis Belsund, 29—250 bis 395 m (KLINCKOWSTRÖM 1892 [*Ophiocoma nigra*, vgl. oben], GRIEG 1893, 1900, DÖDERLEIN 1900, MICHAILOVSKIJ 1902); Eisfjord (s. oben). Nordwestspitzbergen, 4, 24— 475 m (GRIEG 1893, 1900, 1909, KOEHLER 1908). Nordspitzbergen, Küste und offenes Meer, 20—1000 m (KLINCKOWSTRÖM 1892 [*O. nigra*], GRIEG 1900, MICHAILOVSKIJ 1902, KOEHLER 1908). Ostspitzbergen, überall, 9 bis 11—290 m (PFEFFER 1894, GRIEG 1893 [»St. 337», Druckfehler für St. 338], 1900, MICHAILOVSKIJ 1902, KOEHLER 1908, ferner LÜTKEN 1871 b, HEUGLIN 1874). Beeren Eiland-Bank und Umgebung, 38—400 m (KLINCKOWSTRÖM 1892 [*O. nigra*], GRIEG 1893, 1904, DÖDERLEIN 1900, MICHAILOVSKIJ 1902). [Ferner LÜTKEN 1857, 1858, LJUNGMAN 1867: »Spitzbergen».]

Fig. 34. *Ophiacantha bidentata.*

Übrige arktische und boreoarktische Region.

Sibirisches Eismeer, östlich bis an die Neusibirischen Inseln, 9—125 m (STUXBERG 1882, KALISCHEWSKIJ 1907). Karisches Meer und Karische Pforte, 35—270 m; Matotschkin schar, 9 bis 18—108 m (STUXBERG 1878, 1882, 1886, LEVINSEN 1886, RUIJS 1887, KALISCHEWSKIJ 1907, GRIEG 1910). Barentsmeer: O. von Franz Josephs Land

bis vor der europäischen Küste, 26—362 m (Marenzeller 1878, D'Urban 1880, Stuxberg 1878, 1886, Ruijs 1887, Grieg 1893, 1904, 1910, Breitfuss 1903, Michailovskij 1905, ferner Hoffmann 1882, Koehler 1909). Weisses Meer, Murmanküste, 16 bis 40—200 bis 350 m und ohne Tiefenangaben (Knipowitsch 1893, Stieren 1895, Grieg 1900, Derjugin 1906, 1912, Awerinzew 1909, ferner Jarzynsky 1885). Ostfinnmarken: Varangerfjord, Nordkyn bis Porsangerfjord, 90—300 m (Norman 1903, Grieg 1900, 1904, Michailovskij 1905), ferner 30—600 m (Finnmarken und Lofoten im allgemeinen) (M. Sars 1861, Danielssen 1861, Grieg 1903). Westfinnmarken (s. unten). Zwischen Westfinnmarken und Beeren Eiland, 349—394 m (Grieg 1893, Michailovskij 1902, Koehler 1908). — Abgang des Nordmeerbeckens: vor Westfinnmarken, 1134 m (Grieg 1893); N. vom Trondhjemsfjord, (440), 650 m (Koehler 1908); vor dem Eingang der Norwegischen Rinne, 500 m (Grieg 1904). Färö-Shet-

Fig. 35. *Ophiacantha bidentata.*

land-Kanal, 650, 690 m (W. Thomson 1873, Hoyle 1884, Bell 1892). Färö-Island-Rücken und O. von Island, 450—650, 210, 275 m (Grieg 1893, 1904, Schmidt 1904, Koehler 1908). N. von Island, 200, 590 m (Grieg 1904) (Ljungman 1867: »Island»). Jan Mayen, 100—622 m (Fischer 1886, Grieg 1893, 1904, Mortensen 1904, 1913). Nordostgrönland und vor der Küste, bis 77° 35½′ n. Br., 5,5—300 m (Mortensen 1904, 1910, 1913, Grieg 1909); ferner schwed. Exped. 1900: Eingang in den Franz Josephs Fjord; vor dem Eingang; 72° 25′ n. Br., 17° 56′ w. L.; 74° 30 n.′ Br., 18° 40′ w. L.; 80 bis 100—300 m (Zool. Mus., Uppsala). Danmark-Strasse, 360—605 m; Südostgrönland, 54 bis 99, 250 m (Mortensen 1904, 1913). — Westgrönland, 9 bis 35—686 m (Lütken 1855, 1857, 1858, Norman 1877, Holm 1889, Vanhöffen 1897, Mortensen 1913 [»14» (= 14 bis 38)—686 m]). Nordwestgrönland, 13 bis 45—63 m (Rankin 1901). Ellesmere Land, 27—144 m (Duncan & Sladen 1877, 1878, 1881). Jones Sund und Umgebung, 14 bis 16—90 m (Grieg 1907 a). Barrow-Strasse (Forbes 1852 [*Ophiocoma echinulata*]). Pr. Regents Inlet, 12 m; Ostküste von Baffin Land, 108—360 (Grieg 1893 a). — Ostküste von Nordamerika: Strait of Belle Isle, z. B. 72 m (Packard 1863, 1866, Lyman 1865); Golf von St. Lawrence, 340 bis 400, 180 m (Whiteaves 1871, 1872, 1874, Grieg 1893); ferner Labrador (»Norman Light»), 108 m (Grieg 1893 a) und

»Eastern Canada» ohne nähere Angaben (»abundant»), wenig unter der Ebbegrenze—450 m oder mehr (WHITEAVES 1901) (diese Angaben nicht auf der Karte Fig. 34 berücksichtigt); vor Newfoundland, 150, 155 m (KOEHLER 1908) (ferner LÜTKEN 1857, 1858, LYMAN 1865: »Newfoundland»); Bay of Fundy bis K. Cod und Bänke vor der Küste, 27—270 (630) m (VERRILL 1871, 1873, 1874, 1874 a, SMITH & HARGER 1874, LYMAN 1882, CLARK 1905, ferner STIMPSON 1854, LYMAN 1865, FEWKES 1891, KINGSLEY 1901, VERRILL 1866, 1885 [70—630 m ohne nähere Angaben!]); Tiefsee, 1760, 2230 m (LYMAN 1883). — Pazifisches Gebiet: Beringsmeer (nur ein Fundort im südlichsten Teil!), 865 m; O. von den Kurilen, 410 m; Japanisches Meer und Tataren Golf, 290—960 m (CLARK 1911).

Boreale Region (und atlantische Tiefsee):

Westküste von Norwegen: Westfinnmarken und Lofotengebiet; vielleicht hauptsächlich in den kalten Fjorden, doch auch im warmen Gebiet; 30—278 (600) m (AURIVILLIUS 1886, GRIEG 1893, 1903 [»30—600 m», vgl. oben], BIDENKAP 1899, 1899 a, MICHAILOVSKIJ 1902, KIÆR 1906 a; ferner M. SARS 1850, 1861, DANIELSSEN 1861 [vgl. oben]; LILLJEBORG 1851, DÖDERLEIN 1900; auch M'ANDREW & BARRETT 1857 [»zwischen Trondhjem und Nordkap»]). Küstenplateau nördlich vom Trondhjemsfjord nahe der Grenze zur borcoarktischen Zone, 408 m (GRIEG 1893), 440 m (KOEHLER 1908). [? Kristiansund, 90 bis 108 m (M. SARS 1860, 1861). Herlövær W. von Bergen, 340 m (SARS 1861)].[1] — Eingang in die Norwegische Rinne, 360 m (GRIEG 1904).

Färö-Bänke und Wyw. Thomson-Rücken (s. die Karte Fig. 35), 210—420 m (GRIEG 1904); Färöer ohne nähere Angaben (HÖRRING 1902; nicht auf der Karte Fig. 35). Färö-Shetland-Kanal, 365 m; Südabhang des W. Thomson-Rückens, 790 m (HOYLE 1884 [1884 a, BELL 1892], W. THOMSON 1873 [960 m!]). — Südküste von Island, 75, 150 m (GRIEG 1904).

Atlantisches Meer, in der Tiefsee: S. von Island, 2050 m (SCHMIDT 1904); am W. Thomson-Rücken (s. oben); SSW. von Irland, 900 bis 1240, 1000 bis 1050 m (+ 8,1° bis + 8,7°), 4380 m (CARPENTER, JEFFREYS & THOMSON 1870, W. THOMSON 1873, HOYLE 1884); W. von Bretagne, vor dem Eingang in den Golf von Biscaya, 263, etwa 800 m (DE MORGAN 1913); Golf von Biscaya, 1700, 1960 m (KOEHLER 1896, 1906); W. von Portugal, 2500 m; W. von Afrika bei den Kanarischen Inseln und W. von K. Blanco, 1975, 2015, 2320 m (KOEHLER 1906); Azoren, 1287 m (KOEHLER 1898). Ostküste von Nordamerika, 40° 17′ — 38° 16′, 33° 27′ n. Br., 8 Fundorte 1650—2400 m (LYMAN 1882, 1883); hieher wahrscheinlich teilweise auch die Angaben von VERRILL (1885) über *O. bidentata* (s. oben) sowie über *O. fraterna* (mit dieser Art identisch, s. GRIEG 1893, 1900; zu derselben Form gehören jedenfalls andere aus grosser Tiefe stammende *O. bidentata*): »Off the Northern coasts of the United States», 1630—2890 m (keine Lokalangaben; der Fundort in 2890 m Tiefe scheint in 39° 23′ n. Br., 68° 25′ w. L. zu liegen; Temp. + 3,33°).

Bathymetrische Verbreitung.

Die obere Verbreitungsgrenze liegt in hocharktischen Gegenden bei etwa 5, in niederarktischen bei 25 bis 30 m (s. oben). In borealen Gebieten liegt sie noch bedeutend tiefer. APPELLÖF (1905, 1912) rechnet *O. bidentata* zu denjenigen Tieren, welche an der Westküste von Norwegen erst in mehr als 100 m Tiefe auftreten. Diese Ansicht ist vollkommen berechtigt; abgesehen von Übergangsgebieten (Nordwestnorwegen, Südostisland), ist die Art unter borealen Bedingungen mit Sicherheit sogar nicht aus geringerer Tiefe als 200, meist 300 m bekannt. Im Atlantischen Meer lebt die Art fast ausnahmslos erst in noch grösserer Tiefe (unterhalb von 800 m; 1 Fundort 263 m) (s. oben).

Die untere Verbreitungsgrenze liegt in sehr bedeutender Tiefe, bei ungefähr 4400 m (SW. von Irland). In so grosser Tiefe dürfte die Art jedoch kaum in der Regel anzutreffen sein (der nächst tiefste Fundort 2900 m, VERRILL 1885), noch bis zu 2500 m ist sie jedoch verhältnismässig gemein (LYMAN 1882, 1883, KOEHLER 1906). Im Nordmeer und vor arktischen Küsten ist die Art nicht aus grösserer Tiefe als etwa 1100 m (GRIEG 1893) bekannt.

[1] Nach freundlicher Mitteilung von Dr. J. GRIEG, Bergen, ist später an diesem Ort und überhaupt südl. von Stat nur *O. abyssicola* gefunden worden, weshalb die Angabe von SARS wahrscheinlich auf Verwechslung mit dieser damals noch nicht beschriebenen Species beruhe. Der in noch geringerer Tiefe gelegene Fundort bei Kristiansund scheint mir ebenso unsicher zu sein; G. O. SARS (1873) hat später an derselben Stelle in 108—180 m Tiefe nur *O. abyssicola* angetroffen.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

O. bidentata ist, wie sehr zahlreiche Beobachtungen zeigen, ungefähr gleich häufig in Wasser von negativer und niedrig positiver Temperatur. Wie ich oben gezeigt habe, meidet sie an arktischen Küsten wahrscheinlich Wasser von mehr als + 3° Sommertemperatur. Doch lebt sie auch unter borealen Bedingungen und hat sich also dem Leben in wärmerem Wasser anpassen können. Nach zahlreichen Beobachtungen ist sie oft in Wasser zu finden, dessen Temperatur nie unter + 5 und + 6° sinkt (s. Grieg 1904, ferner Hoyle 1884, Grieg 1893, Michailovskij 1902). An vereinzelten Fundorten ist eine noch höhere Temperatur gemessen worden (Hoyle 1884: Färö-Shetland-Kanal, 365 m, + 8,7°; Grieg 1904: N. und SW. von den Färöern, 330 m, + 7,51°, + 8,46°). Diese Stellen liegen jedoch an verhältnismässig steilen Abhängen, also in unmittelbarer Nähe von kälterem Wasser. Dass das Tier in der Tat nur vorübergehend in so warmem Wasser lebt, wird nicht nur durch die Seltenheit solcher Funde erwiesen, sondern besonders dadurch, dass nicht nur die soeben erwähnten, sondern alle im borealen Teil des Nordmeeres gelegenen Fundorte nahe an der Grenze von wenigstens zeitweise kälteren Wasserschichten gelegen sind. Man könnte darnach vermuten, dass die Art überhaupt nur vorübergehend oder zufällig unter borealen Bedingungen auftrete und an allen Abhängen des Nordmeeres eigentlich der boreoarktischen Tiefenzone zugehöre. Ein solcher Schluss wäre jedoch nicht berechtigt oder wenigstens übertrieben; das Vorkommen im Atlantischen Ozean in 1300—2000 m Tiefe beweist, dass sie wirklich konstant in Wasser von + 4 und sogar + 5° Temperatur leben kann (in noch grösserer Tiefe dagegen in kälterem Wasser, etwa + 3 bis + 3,5°).

Jedenfalls zeigt nicht nur die in arktischen Gegenden nachweisbare Vorliebe für kaltes Wasser, sondern auch die äusserst beschränkte Verbreitung im borealen Teil des Nordmeeres sowie die Einschränkung auf grössere Tiefen, dass die Art eigentlich dem Leben unter arktischen Bedingungen angepasst ist.

Unter diesen Umständen liegt es nahe zu vermuten, dass die Art in Wasser von mehr als + 3° Temperatur kleiner als in arktischen Gegenden ist. Dies ist zweifellos der Fall, obgleich fast keine Angaben über die Grösse borealer Exemplare vorliegen (Koehler 1906: Atlantisches Meer, Scheibendurchmesser bis 9 mm; De Morgan 1913: nur ganz junge Exemplare); in arktischen Gegenden hat die Scheibe der erwachsenen Tiere einen Durchmesser von 14 bis 18 mm (s. Fischer 1886, Vanhöffen 1897, Grieg 1900, 1907 a, 1910, Michailovskij 1902, 1905; an unserem Material bis 16 mm).

Über die Fortpflanzungsverhältnisse ist fast nichts bekannt. In Nordostgrönland wurden nach Mortensen (1910) Exemplare mir reifen Geschlechtsprodukten Ende Juli bis Ende August gesammelt. Im Eisfjord fanden wir mehrere solche Tiere in derselben Zeit.

Ophioscolex glacialis Müll. et Trosch.

Verbreitung im Eisfjord.

Verzeichnis der Fundorte (s. Karte 3):

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
33	Fjordstamm 23.7	263—256 m	[+2 bis +2,6°]IX	—	Loser Schlamm	Trawl	101 Ex. 16 Ex: D 20—25 mm
41	» 24.7	234—254 m	251 m: +2,56°	34,96	» »	»	28 Ex. 5 Ex: D 19—23 mm
94	» 21.8	147—141 m	140 m: —0,62°	34,49	Loser Schlamm mit kleinen Steinen	»	20 Ex. 5 Ex: D 20—28 mm
98	Nordarm 27.8	130—116 m	115 m: —0,82°	34,40	Loser Schlamm	»	25 Ex. 14 Ex: D 17, 22—30 mm.
99	» . . . . . »	197—190 m	190 m: +0,80°	34,72	» »	»	Etwa 65 Ex: 3 Ex: D 25—27 mm
102	» 14.8	70—93 m	85 m: +0,68°	34,25	Zäher und fester Schlamm mit vielen Steinen	»	18 Ex. 2 Ex: D etwa 27 mm
93	Ekman Bay 20.8	44—55 m	+1,72°	—	Sehr zäher, stark roter Schlamm; etwas Stein	»	26 Ex. 1 Ex: D 31 mm
55	Tempel Bay 31.7	92—107 m	—1,50°	34,49	Roter Schlamm	Kl. Dredge	3 Ex. D bis etwa 34 mm
47	Eingang in die Sassen Bay 29.7	97—120 m	wahrsch. etwa 0° [82 m: +1,71°]VII	[34,18]	Loser Schlamm	Ottertrawl	13 Ex. 8 Ex: D 21—28 mm
48	Ostarm 31.7	199—226 m	210 m: +1,27°	34,72	» »	Trawl	225 Ex.
104	Fjordstamm 17.8	260 m	270 m: +1,62°	34,79	» »	»	216 Ex. 12 Ex: D 12, 18—26 mm
44	Eingang in die Advent Bay 27.7	150—110 m	128 m: +0,01°	34,54	Loser Schlamm mit Kies	»	10 Ex.
45	Advent Bay 28.7	70—42 m	41 m: +1,85°	34,18	Loser, aber zäher Schlamm	»	Etwa 20 Ex.
97	Fjordstamm . . . 23.8	243—230 m	[+2 bis +2,5°]IX	—	Loser Schlamm	Trawl (Netz unklar)	1 Ex.

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwed. Exped. 1898: Nordarm, 175 m, Schlamm, 4 Ex. (Riksmuseum, Stockholm). Schwed. Exped 1900: Eingang, 350 m, 2 Ex. (Zool. Mus., Uppsala).

Helgoland-Exped. 1898: Fjordstamm, 210 bis 240 m, Schlamm mit wenig Steinen, 18 Ex. (Grieg 1900). Olga-Exped. 1898: Ostarm? (angeblich Sassen Bay, s. oben S. 19), 190 m, Schlamm (Döderlein 1900). Princ. Alice-Exped. 1898: Tempel Bay, 102 m, Schlamm, 1 Ex. (Koehler 1908). Russ. Exped. 1900: Billen Bay, 142 bis 133 m, —1,9°, Schlamm mit Steinen, 2 Ex.; Fjordstamm, 243 m, —0,8°, Schlamm und Kies, zahlreich; 205 m, —0,8°, 3 Ex. (Michailovskij 1902).

Die Anzahl der Fundorte für *Ophioscolex glacialis* ist nicht besonders gross. Dies hängt jedoch offenbar mit der beschränkten bathymetrischen Verbreitung zusammen; in den von ihr bewohnten Tiefen ist diese Art, wie unsere Funde zeigen, gemein. Doch lebt sie nie in so grosser Individuenzahl wie *Ophiocten sericeum* und *Ophiacantha bidentata*.

O. glacialis ist im Eisfjord sowohl von uns wie von den früheren Expeditionen ausschliesslich auf reinem oder bisweilen mit Kies oder Steinen gemischtem Schlammgrund

gefunden worden. Sie ist in andern Gegenden, wie GRIEG (1900) bemerkt, ausnahmsweise auf steinigem oder felsigem Boden angetroffen worden; sowohl die Ergebnisse der Eisfjorduntersuchung wie die überwiegende Mehrzahl der früheren Beobachtungen erweisen jedoch, dass es sich hierbei um reine Ausnahmen handelt (vielleicht um zufällig verirrte Exemplare; die Angaben über die Bodenbeschaffenheit mögen auch unvollständig gewesen sein) und dass diese Ophiuride als eine typische Schlammart bezeichnet werden muss.

Tiefe in m																						
	5	9	24	28	30	32	38	39	66	67	70	74	75	76	77	84	108	111	112	115	121	123	128
10	7	25	36	37	52	57	63	65	71	72	85	91											
20	14	16	17	18	27	31	49	50	56	81	83	86	89	106	110	114	117	119	124	127			
30	6	8	15	59	60	73	79	87	90	126													
40	**93**	19	34	35	51	61	109	113	122	130													
50	**45**	53	54	116																			
60	21	26	80	82	92	125	129																
70	69	88																					
80	**102**	22	46	64																			
90	**55**	20	23	120																			
100	**47**	100																					
	78																						
	44	**98**	12	103	107																		
	13																						
150	**94**	101																					
	95																						
	99	105																					
200	**48**	96																					
	97																						
	41	43																					
250	**33**	**104**																					
	4																						
300																							
350																							
400	42																						

In vertikaler Richtung bewegen sich unsere Funde nur zwischen etwa 50 und 260 m, der oben erwähnte Fund der Kolthoff-Expedition zeigt jedoch, dass die Art bis in 350 m Tiefe anzutreffen ist. Das Fehlen an unseren in der Svensksundstiefe am Eingang des Fjords gelegenen Stationen ist teilweise kaum überraschend, weil an zwei derselben mit einem Ottertrawl gedredgt wurde. Der Mangel an St. 42 (400 m), wo grosse Mengen von *Ctenodiscus crispatus* und *Ophiura sarsii* gefangen wurden, ist jedoch schwierig zu erklären; es ist wohl nicht unmöglich, dass die Art in der grössten Tiefe spärlicher ist; in anderen Gegenden kann sie jedoch in noch grösserer Tiefe gemein auftreten. In der grössten Individuenzahl wurde das Tier zwischen 200 und 260 m angetroffen. Im obersten Teil des Verbreitungsbezirkes, zwischen 50 und 70 oder 80 m,

scheint die Art, wie die obenstehende Tabelle zeigt, etwas seltener als in grösserer Tiefe zu sein. Dass *O. glacialis* oberhalb von etwa 50 m vollständig fehlt (oder nur ganz zufällig auftritt) kann nach unseren Beobachtungen nicht bezweifelt werden; wir dredgten hier an mehr als 70 Stellen, von welchen 46 mehr oder weniger schlammigen Boden hatten, ohne ein einziges Exemplar zu erbeuten.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 36, 37.)

Grieg (1914) hat neuerdings die Ansicht ausgesprochen, dass *Ophioscolex purpureus* Düb. & Kor. keine selbständige Art, sondern nur eine südliche »Form» von *O. glacialis* ist. Er stützt diese Ansicht auf das Vorkommen von Zwischenformen, die in einigen Merkmalen mit der einen, in andern mit der anderen Art übereinstimmen. In der Darstellung Grieg's dürften jedoch keine endgültigen Beweise für die Richtigkeit dieser Auffassung zu finden sein; es werden nur 8, von verschiedenen Fundorten stammende Exemplare etwas ausführlicher besprochen, während wohl doch eine vergleichende Untersuchung von allen an je einer Lokalität gefundenen Individuen nötig sein würde, um zu beweisen, dass die Arten wirklich in einander übergehen, und dass nicht etwa die Zwischenformen (alle diese waren mehr oder weniger kleine Exemplare) scheinbar sind. Nach den Untersuchungen Grieg's ist es jedoch noch klarer als vorher, dass die beiden Formen ausserordentlich nahe verwandt sind, und es fragt sich nur, ob *O. purpureus* eine selbständige Form (Unterart, Art) oder nur eine Lokalmodifikation ist.

Wenn die Beweisführung Grieg's nicht bindend ist, so gibt es doch eine Tatsache anderer Art, die — in Anbetracht der äusserst nahen Verwandtschaft — für ihre Richtigkeit spricht, nämlich die Verbreitung von *O. purpureus*. Auf der Karte Fig. 37 (und 36) sind alle Fundorte für *O. glacialis* mit einem •, alle sicheren Fundorte für *O. purpureus* mit einem + bezeichnet. Man sieht, dass die erstere Art von den arktischen Gegenden längs der ganzen skandinavischen Küste bis in den Skagerak verbreitet ist, während *O. purpureus* im Nordmeer eine äusserst beschränkte Verbreitung hat und an der norwegischen Küste südlich vom Hardangerfjord nicht bekannt ist; alle Fundorte liegen nahe oder fallen zusammen mit Fundorten für *O. glacialis* (nahe bei einander gelegene Fundorte sind auf der Karte vereinigt). Es ist nun allerdings richtig, dass die Karte insofern missleitend sein kann, dass mehrere Funde für *O. glacialis* sich vielleicht auf die andere Form beziehen — auf diese Möglichkeit konnte bei der Konstruktion der Karte keine Rücksicht genommen werden, da die meisten Fundnotizen von keinen oder unzulänglichen Angaben über den Bau der Tiere begleitet sind — sicher ist jedoch, dass typische Exemplare von *O. glacialis* in allen auf der Karte angegebenen borealen Gebieten gefunden worden sind; Grieg nennt als solche teils im allgemeinen »die norwegischen Fjorde und die das Nordmeer umgebenden Bänke», teils speziell den Hardangerfjord. An den früher von Grieg (1893, 1904) erwähnten Fundorten, z. B. im Eingang in die Norwegische Rinne, muss ebenfalls wenigstens teilweise der typische *O. glacialis* vorgelegen haben; dasselbe scheint von den weiter südlich in der Rinne gelegenen Fundorten der Poseidon-Expedition (Süssbach & Breckner 1911) zu gelten. Auch der in Bohuslän lebende *Ophioscolex* muss, wie eine Untersuchung einiger mir zu Ver-

fügung gestellten Exemplare aus der Kosterrinne (Riksmuseum, Stockholm) gezeigt hat, zur Hauptart gerechnet werden; die Haut der Arme ist zwar, wie schon LJUNGMAN (1865) bemerkt, dünner als bei der arktischen Form und ferner sind die Armstacheln auffallend schlank, im übrigen Bau stimmen die Tiere aber mit dieser überein (keine Fusspapillen, wenige Mundpapillen usw.). Da auch die bathymetrische Verbreitung nicht verschieden ist, handelt es sich offenbar nicht um zwei Formen mit wenigstens teilweise getrennten Verbreitungsgebieten; das Gebiet von *O. purpureus* fällt mit dem borealen

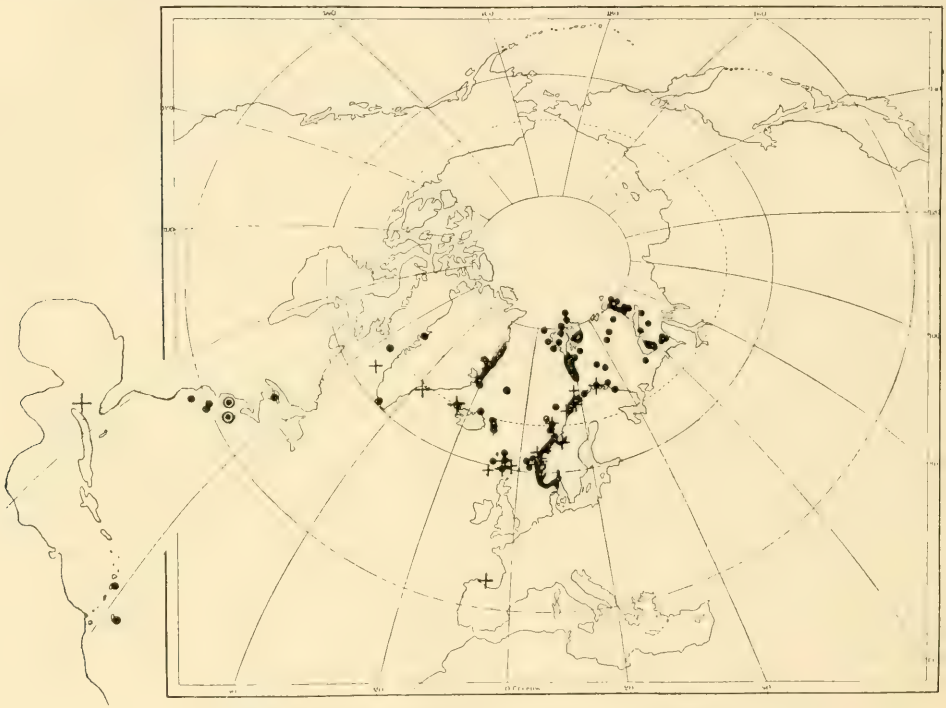


Fig. 36. ● *Ophioscolex glacialis*; + *O. purpureus*; ○ *O. quadrispinus*.

Teil des Gebietes von *glacialis* zusammen oder es ist, den bisherigen Angaben nach zu urteilen, auch in südlicher Richtung mehr beschränkt.

Von der Ostküste von Nordamerika ist eine andere Art, *O. quadrispinus* VERRILL, beschrieben, welche zweifellos ausserordentlich nahe mit *O. purpureus* verwandt ist. Die Verbreitung spricht, wie MORTENSEN (1904) bemerkt, für die Identität beider Formen; die erstere Art wird nämlich nur für die Ostküste von Nordamerika, die letztere für Westindien angegeben. Die Verwirrung wird noch dadurch vergrössert, dass in einem andern Teil von Westindien gefundene Exemplare von LYMAN zu *O. glacialis* gestellt worden sind. Man kann wohl mit Sicherheit annehmen, dass diese letztere Form,

der westindische *O. purpureus* und *O. quadrispinus* zu einer einzigen südlichen Form gehören; vieles spricht dafür, dass diese Form mit *O. purpureus* identisch ist und nicht von *O. glacialis* getrennt werden kann.

Spitzbergengebiet:

West- und Nordwestspitzbergen: Eisfjord (s. oben); offene Küste vor dem Eisfjord und weiter nördlich, 229, 199, 839 m (Grieg 1893). Nordspitzbergen: Wijde Bay, Nordspitze von Neu-Friesland, N. vom Nordostland, 112—195, 480, 1000 m (Grieg 1900, Michailovskij 1902). Ostspitzbergen: Olga-Strasse und

Fig. 37. ● *Ophioscolex glacialis*, + *O. purpureus*.

Umgebung, Hopen Eiland bis Südkap, 35—290 m (Pfeffer 1894, Grieg 1893, 1900, Döderlein 1900, Michailovskij 1902, Koehler 1908). Abhang der Beeren Eiland-Bank und N. davon, 190 bis 200—400 m; Nordmeerabhang, 1203 m (Grieg 1893, 1904, Döderlein 1900, Michailovskij 1902).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Karisches Meer, 90—220 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886, Ruijs 1887 [45 Fundorte], Grieg 1910). Barentsmeer und O. von Franz Josephs Land, 198—362 m (Hoffmann 1882, Grieg 1893, Michailovskij 1905). Murmanküste: Kolafjord, 200 bis 350 m (Awerinzew 1909, ferner Derjugin 1906, 1912); ohne nähere Angaben (Jarzynsky 1885). Ostfinnmarken: Eingang in den Porsangerfjord, 280 m (Grieg 1904); Zwischen Westfinnmarken und Beeren Eiland, 329—530 m (Grieg 1893, Döderlein 1900). Westfinnmarken und Lofotengebiet: Kvænangen,

300 bis 343 m, Skjerstadsfjord, 470 bis 490 m (GRIEG 1903, NORDGAARD 1905). Abhang des Nordmeerbeckens von den Lofoten bis vor die Norwegischen Rinne, 640, 800, 836, 1185 m (GRIEG 1893, 1914 a, KOEHLER 1908). Färö-Shetland-Kanal, 675 m (LYMAN 1882 a, s. auch W. THOMSON 1873). O. von den Färöern, O. und N. von Island, 547—860 bis 990 m (GRIEG 1893, 1904, SCHMIDT 1904, KOEHLER 1908). — Jan Mayen, 90—622 m (FISCHER 1886, GRIEG 1893). Nordostgrönland, 198—360 m (MORTENSEN 1904, 1910, 1913, GRIEG 1909); ferner schwed. Exped. 1900: Franz Josephs Fjord, vor dessen Eingang und 72° 25′ n. Br., 17° 56′ w. L., 220—300 m (Zoolog. Mus., Uppsala). Danmark-Strasse, 600 m (MORTENSEN 1913). — Westgrönland: Bredefjord, 310 bis 330 m; Davisstrasse, 366 bis 686 m; Umanak (MORTENSEN 1913; hieher wahrscheinlich auch LÜTKEN 1857, 1858: *Ophioscolex* sp., Umanak) [GRIEG 1893 a: *O. glacialis* von unbekanntem Fundort; wie es scheint entweder Westküste von Grönland oder Ostküste von Baffin Land]. — Ostküste von Nordamerika: Golf von St. Lawrence, 375 m (WHITEAVES 1874, 1901); Golf von Maine und vor demselben, 108 bis 270, 180, 200 m (VERRILL 1874, 1878, 1885 [nach der Tiefenangabe »101—1000 Faden» wahrscheinlich auch andere Fundorte; s. auch HOWE 1901]).

Boreale Region:

Westküste von Norwegen: Westfjord bis Saltenfjord, 6 Fundorte, 200 bis 380—530 m (GRIEG 1903, NORDGAARD 1905). Vor den Lofoten: Übergangsformen zu *O. purpureus* (GRIEG 1914 [1893]). Küstenplateau zwischen den Lofoten und der Norwegischen Rinne, 108—440 m (G. O. SARS 1873, GRIEG 1893, KOEHLER 1908). Trondhjemsfjord, 540 m (STORM 1879, ferner 1878, NORDGAARD 1893). Westland: Nordfjord, Sognefjord und am Eingang, Herlöfjord, Korsfjord, Hardangerfjord, Eingang in den Bukkenfjord, 72 bis 108—etwa 600 m (GRIEG 1893, 1896, 1898, 1914 [20—600 m, inkl. *O. purpureus*], APPELLÖF 1896, MÖBIUS & BÜTSCHLI 1874). Norwegische Rinne, Eingang bis innerster Teil, 180—540 m (G. O. SARS 1873, MÖBIUS & BÜTSCHLI 1874, GRIEG 1893, 1904, PETERSEN & LEVINSEN 1900 [auch ein Fundort am Rande der Rinne NO. von Skagen, 190 m], KOEHLER 1908, STÖSSBACH & BRECKNER 1911). Übriger Skagerak: Kristianiafjord, 90, 180 bis 215 m (M. SARS 1866, G. O. SARS 1869). Kosterrinne (Bohuslän) 215 bis 235 m (LJUNGMAN 1865). — Bänke O. von den Färöern, 320, 350, 375 m (GRIEG 1904). Färö-Shetland-Kanal, 520, 560 m (HOYLE 1884, 1884 a).

Ostküste von Nordamerika: etwa 40° n. Br., 205, 345 m (VERRILL 1880), 1800 m (VERRILL 1885; keine Lokalangaben, vgl. oben); 38° 22′ n. Br., 355 m (LYMAN 1883). Westindien: Dominique, Barbados, 147, 375, 600 m (LYMAN 1883 [»varieties», vgl. oben]).

Verbreitung von *Ophioscolex purpureus* (Fig. 36, 37):

Weisses Meer und Murmanküste ohne nähere Angaben (JARZYNSKY 1885; nicht auf den Karten Fig. 36 u. 37). Eingang in den Porsangerfjord, 200 bis 300 m (GRIEG 1903, 1904). Vor Westfinnmarken, 196, 1134 m (GRIEG 1893). Lofoten (Tysfjord); Küstenplateau bis an die Norwegische Rinne; Trondhjemsfjord; Nordfjord bis Hardangerfjord; 54 (bisweilen 20)—500 m (s. besonders M. SARS 1861, G. O. SARS 1873, STORM 1878, 1879, APPELLÖF 1892, 1896, GRIEG 1893, 1896, 1898, 1903, 1904, 1914). — Färö-Shetland-Kanal, 365, 560, 650 m; Südseite des W. Thomson-Rückens, 775, 1380 m (W. THOMSON 1873, HOYLE 1884, 1884 a, BELL 1892). — Golf von Biscaya, etwa 1100, 1190 m (KOEHLER 1906 [»Travailleur 1880 N:o 7, 9»; keine Lokal- und Tiefenangaben(!); diese hier andern Arbeiten entnommen]). — Südostgrönland, 250 m; Danmark-Strasse, 600 m; vor Westgrönland, 700 bis 1055 m (MORTENSEN 1913, 1904). — Westindien: W. von Havana, 340 m (LYMAN 1878).

Verbreitung von *Ophioscolex quadrispinus* VERRILL (Fig. 36):

Golf von Maine und vor demselben, 200, 180 m (ferner ein Fundort ohne nähere Angaben und »101—234 fathoms») (VERRILL 1885).

Bathymetrische Verbreitung.

Die obere Verbreitungsgrenze liegt in allen arktischen Gegenden, wie im Eisfjord, bei etwa 50 m; nur ein einziges Mal ist das Tier in ein wenig seichterem Wasser angetroffen worden (36 m, PFEFFER 1894). Die meisten Funde stammen aus Tiefen von mehr als 90 oder 100 m. An der borealen Küste von Skandinavien scheint die typische Form kaum beträchtlich höher als 100 m aufzusteigen; *O. purpureus*, welcher ja vielleicht nur eine Lokalmodifikation darstellt, findet sich aber noch in 50 und bisweilen sogar 20 m Tiefe (s. oben).

Die Art ist gemein bis zu 700 oder 800 m hinab. Von grösserer Tiefe sind nur

wenige Funde bekannt: O. von Island, 860 bis 990 m; N. von Spitzbergen, 1000 m; östlicher Abhang des Nordmeerbeckens, 1185, 1203 m (ferner *O. purpureus* 1134—1380 m) (s. oben); nach VERRILL soll die Art an der Ostküste von Nordamerika noch in 1800 m Tiefe gefunden worden sein, die Angabe lautet jedoch, wie stets bei diesem Autor, ganz unbestimmt (»101—1000 fathoms»).

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Ein Blick auf die Karten Fig. 36 und 37 lehrt, wie auch zahlreiche direkte Beobachtungen, dass *O. glacialis* in Wasser von konstant negativer Temperatur sehr gemein ist; ebenso unzweifelhaft ist, dass die Art niedrig positive Temperaturen gleich gut erträgt. In der borealen Region lebt sie in bedeutend wärmerem Wasser. Auf den borealen Bänken des Nordmeeres, in der Norwegischen Rinne und in den skandinavischen Fjorden lebt sie in Wasser von konstant + 6 (5,5) bis 7° Temperatur (*O. purpureus* kann wenigstens vorübergehend in noch wärmerem Wasser leben).

Es bleibt zu untersuchen, ob das Leben unter diesen borealen Bedingungen der ursprünglichen Natur der Art entspricht. In mehreren Hinsichten stimmt sie mit Tieren überein, welche als eigentlich und ursprünglich arktisch betrachtet werden müssen.

O. glacialis erreicht, wie GRIEG (1893, 1904) bemerkt, eine bedeutendere Körpergrösse in der arktischen Region. Dass diese Annahme richtig ist, kann nicht bezweifelt werden, obgleich GRIEG keine Masse der zahlreichen von ihm untersuchten borealen Individuen anführt und auch sonst wenige solche Angaben vorliegen (GRIEG 1896: Scheibendurchmesser bis 10 mm; 1914: [*O. glacialis* + *O. purpureus*!] bis 12 und 15 mm; LJUNGMAN 1867 [Koster]: 18 mm; ich habe im Riksmuseum, Stockholm, ein noch grösseres Exemplar, von mehr als 20 mm Scheibendurchmesser, von derselben Lokalität gesehen). In arktischen Gebieten hat die Art nach zahlreichen Beobachtungen oft einen Scheibendurchmesser von mehr als 30 (ausnahmsweise sogar 38) mm (s. GRIEG 1893 und oben). Bemerkenswert ist, dass das Tier im Kristianiafjord und in der Kosterrinne, wo sie in etwas kälterem Wasser als z. B. in den norwegischen Fjorden lebt, etwas grösser als dort zu werden scheint.

Wichtiger ist die beschränkte Verbreitung im borealen Teil des Nordmeergebiets. Die Art dringt durch die Norwegische Rinne bis in den Skagerak ein, fehlt aber dort an der schwedischen Küste südlich von Koster, ferner auf dem ganzen Nordseeplateau, an den britischen Küsten usw.; in den westnorwegischen Fjorden ist sie mehr oder weniger selten (s. GRIEG 1896: in der Umgebung von Bergen einzelne Exemplare von *O. glacialis; O. purpureus* in der Regel selten, obgleich ausnahmsweise [1892—93] in grosser Menge auftretend). Diese Tatsachen machen den Eindruck, dass die Art sich nur unter gewissen Bedingungen dem Leben in + 6 bis 7° warmem Wasser hat anpassen können.

Andererseits ist die Art in gewissen borealen Gegenden, vor allem in der Norwegischen Rinne, äusserst gemein, zweifellos ungefähr ebenso gemein wie in arktischen Gebieten. Die Fundorte in der Norwegischen Rinne sind, wie die Karte Fig. 37 zeigt, zahlreich; dass die Art in grosser Menge lebt, wird besonders durch eine Beobachtung der Poseidon-Expedition erwiesen (600 Exemplare in einem Dredgezug, s. SÜSSBACH & BRECKNER 1911).

Noch verwickelter wird die Sache, wenn man *O. glacialis* mit dem südlichen *O. purpureus* vergleicht. Einer der wichtigsten Unterschiede zwischen ihnen ist das Vorkommen von Fusspapillen bei der letzteren Form. Der Besitz von solchen Papillen ist zweifellos ein ursprüngliches Merkmal der Gattung — sie kommen, so weit ich finden kann, zwar nicht allen, aber den meisten andern Arten zu — und *O. glacialis* ist also hierin reduziert.

Besonders wenn die beiden Formen erblich getrennte Arten oder Rassen sind, läge es unter diesen Umständen nahe anzunehmen, dass *O. glacialis* ein Abkömmling der südlichen Form sei, der — vermutlich unter Einfluss der arktischen Lebensbedingungen — die Fusspapillen verloren hätte. Wenigstens so lange die wahre Bedeutung der morphologischen Unterschiede unbekannt ist, ist dieser Gedankengang jedoch nicht bindend.

Wenn man zudem bedenkt, dass die Formengruppe eine sehr weite Verbreitung im warmen Teil des westatlantischen Gebiets hat, muss man zugeben, dass scheinbar unvereinbare Tatsachen einander gegenüberstehen und dass eine Lösung der Frage gegenwärtig nicht gebracht werden kann. Die Tatsachen der Verbreitung usw. im borealen Nordmeergebiet scheinen mir jedoch insofern schwerer ins Gewicht zu fallen, als man annehmen kann, dass die Art sich dort bis zu einem gewissen Grade dem Leben in warmem Wasser sekundär angepasst hat, obgleich eine rein arktische Herkunft sehr unwahrscheinlich ist.

Gorgonocephalus agassizi (Stimpson).[1]

Bei der Untersuchung der von der Kolthoff-Expedition 1900 in Nordostgrönland gesammelten *Gorgonocephalus*-Materials fiel es mir auf, dass die Unterschiede zwischen *G. agassizi* und *G. eucnemis* unbedeutend und einer starken Variation unterworfen sind. Der Gedanke, dass die beiden Arten nicht getrennt seien, ist neuerdings von verschiedener Seite mehr oder weniger deutlich ausgesprochen worden (Kalischewskij 1907, Clark 1911); da diese Frage tiergeographisch bedeutungsvoll ist, habe ich das erwähnte Material einer genaueren Analyse unterworfen. Diese Beobachtungen sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt; sie behandelt hauptsächlich das grönländische Material, doch sind auch zwei im Eisfjord gefundene kleine Exemplare von *G. agassizi* mit aufgenommen worden.

Erwachsene Exemplare der beiden Arten unterscheiden sich bekanntlich durch die verschiedene Struktur der Scheibenoberfläche, deren Rippen bei *G. agassizi* mit Dornen besetzt sind, während die Scheibe von *G. eucnemis* in verschiedener Weise gekörnelt ist (s. hierüber Grieg 1893, Döderlein 1900 u. a.). Dieser Unterschied ist, wie Döderlein (1900) bemerkt, bei jungen Exemplaren nicht ausgeprägt; ferner ist die Granulierung bzw. Bedornung bei beiden Formen sehr variabel. Besonders beachtenswert ist der Umstand dass, die Scheibe von *G. eucnemis* oft fast ganz glatt ist (s. Grieg

[1] Döderlein (1911) und nach ihm Mortensen (1913) ersetzt den eingebürgerten Speciesnamen *agassizi* Stimpson durch *arcticus* Leach. Die Aufnahme dieses Namens scheint mir überflüssig und sogar von zweifelhafter Berechtigung zu sein. Nach der Diagnose Leach's (1819) ist die Möglichkeit nicht auszuschliessen, dass ihm *G. eucnemis* vorgelegen hat.

1893, DÖDERLEIN 1900); auch unter grossen typischen Exemplaren von *G. agassizi* finden sich bisweilen solche, wo die Bestachelung sehr schwach entwickelt ist (s. unten).

DÖDERLEIN (l. c.) findet, dass der auffallendste Unterschied zwischen den beiden Arten »in der bemerkenswerten Schlankheit der Arme von *G. agassizi*» besteht, »deren einzelne Abschnitte dazu verhältnismässig länger sind»; bei jüngeren Exemplaren sollen die Unterschiede in der Armbreite weniger bedeutend sein.

Ich habe von jeder Art eine Serie von 11 bzw. 10 Exemplaren gemessen. Die Armbreite wurde zwischen der 2. und 3. Gabelung gemessen, weil der Abstand zwischen der 1. und 2. Gabelung an erwachsenen Exemplaren stark verkürzt, bei *G. eucnemis* sogar grösstenteils in die Scheibe einbezogen ist. Aus demselben Grund habe ich den ersten (unpaaren) und zweiten Armabschnitt nicht gesondert betrachtet, sondern einfach die Entfernung der 2. Gabelung vom Scheibenrand gemessen. Von der 2. (bei älteren Tieren = 1. extradiscoidalen) Gabelung an sind alle Messungen an dem Hauptstamm eines jeden Teilarmes, wo die Glieder am längsten und gröbsten sind, ausgeführt worden.

Art	Fundort (K = Koltenhoffexp., Nordostgrönland; E = Eisfjord	Bezeichnung des Exemplars	Scheibendurchmesser	Armbreite zwischen 2. und 3. Gabelung		Abstand zwischen Scheibenrand und 2. Gabelung		Länge des 3. Armabschnittes		Länge des 4. Armabschnittes		Scheibe
				in mm	in % des Scheibendurchmessers	in mm	in % des Scheibendurchmessers	in mm	in % des Scheibendurchmessers	in mm	in % des Scheibendurchmessers	
G. eucnemis	K. St. 25	A	12 mm	1,9 mm	15,8 %	9,5—13,5 mm	79—112 %	10—13 mm	83—108 %	—	—	*Eucnemis*-Scheibe; Granulierung entweder wie bei der typischen Form (eher zwischen dieser und var. *malmgreni*, s. DÖDERLEIN 1900, Taf. X Fig. 1, 2) oder meist äusserst schwach bis unmerklich.
	K. St. 21	B	19 mm	2,5 mm	13 %	11—16,5 mm	58—87 %	12,8—15 mm	67—79 %	—	—	
	K. St. 18	C	42 mm	4,7 mm	11,2 %	13—16 mm	31—38 %	17,5—37 mm	41—88 %	10—23 mm	45—55 %	
	K. St. 20	D	56 mm	5,8 mm	10,4 %	14,5—19 mm	26—34 %	21—30 mm	37—53 %	30—32 mm	31—57 %	
	»	E	58 mm	5,5 mm	9,5 %	9—13 mm	15—22 %	27—40 mm	46—69 %	23—30,5 mm	40—52 %	
	K. St. 20 od. 21	F	60 mm	5,5 mm	9,2 %	11—14 mm	18—23 %	24—30,5 mm	40—51 %	15—29 mm	25—48 %	
	»	G	72 mm	6,5 mm	9 %	13—24 mm	18—33 %	31—50 mm	43—69 %	28—42 mm	39—58 %	
	»	H	74 mm	6,5 mm	8,8 %	13—18 mm	17—24 %	25—42 mm	34—57 %	31—40 mm	42—54 %	
	»	I	76 mm	6,2 mm	8,2 %	11—17 mm	14—22 %	27—42,5 mm	36—56 %	27—40 mm	36—53 %	
	K. St. 21	K	87 mm	6,8 mm	7,9 %	9—17 mm	10—20 %	34—48 mm	39—55 %	34—49 mm	39—56 %	
	»	L	89 mm	6,3 mm	7,2 %	6—11 mm	6,7—12 %	25—37 mm	28—42 %	34,5—44 mm	39—49 %	
G. agassizi	E. St. 99	M	12,5 mm	1,7 mm	13,6 %	15,5—19 mm	124—152 %	15,5—21,2 mm	124—170 %	—	—	Scheibe ohne Stacheln aber mit grösseren, obgleich niedrigen Höckerchen auf den Rippen (= Anfangsstufen von Stacheln)
	E. St. 104	N	20 mm	1,7 mm	8,5 %	16—20 mm	80—100 %	13—18 mm	65—90 %	—	—	
	K. St. 21	O	19 mm	2 mm	10,6 %	20—25 mm	105—131 %	19—26 mm	100—137 %	—	—	
	K. St. 20 od. 21	P	45 mm	4,5 mm	10 %	16—20 mm	35—44 %	31—39 mm	69—87 %	30—40 mm	67—89 %	Typische *agassizi*-Scheibe mit stets deutlichen, obgleich in Anzahl und Grösse wechselnden Stacheln auf den Rippen bei Ex. T auffallend spärlich und niedrig)
	»	R	53 mm	4,6 mm	8,7 %	16—21 mm	30—40 %	31—44 mm	58—83 %	32—42 mm	60—79 %	
	»	S	54 mm	5 mm	9,2 %	15—28 mm	28—52 %	33—42 mm	61—78 %	39—49 mm	67—91 %	
	»	T	67 mm	5,5 mm	8,2 %	20—29 mm	30—43 %	35—46 mm	52—69 %	48—55 mm	72—82 %	
		U	75 mm	6,1 mm	8,1 %	15—21 mm	20—28 %	37—52 mm	49—69 %	43—53 mm	57—70 %	
	K. St. 21	V	82 mm	6,8 mm	8,3 %	16—20 mm	19—24 %	35—52 mm	43—63 %	38—52 mm	46—63 %	
	»	X	87 mm	6,6 mm	7,6 %	11—19 mm	13—22 %	26,5—50 mm	30—57 %	32—61 mm	37—70 %	

Auf den ersten Blick erkennt man, dass es keine allgemein gültigen Zahlenverhältnisse gibt, durch welche die beiden Arten unterschieden werden können. Die Proportionen verändern sich so stark während des Wachstums, dass junge Exemplare von *G. eucnemis* besser mit älteren Individuen der anderen als mit solchen der eigenen Species übereinstimmen. Durch diese Wachstumsveränderungen wird auch der Habitus der Tiere sehr durchgreifend umgestaltet; bei jungen Exemplaren (bis zu einem Scheibendurchmesser von mehr als 20 mm) reichen die fünf basalen, unpaaren Armabschnitte (meist unrichtig »Armglieder» genannt) weit über den Scheibenrand hinaus und die zehn 2. Armabschnitte sind lang (s. Döderlein 1900, Taf. X, Fig. 6, Kalischewskij 1907, Taf. II, Fig. 1 a, b, Grieg 1910, Fig. 4); diese Abschnitte nehmen später nur unbedeutend an Länge zu; an den erwachsenen Tieren sind die 1. Armabschnitte vollständig in die Bauchwand der Scheibe aufgenommen (von einem Scheibendurchmesser von weniger als 50 mm an) und die zehn 2. Armabschnitte reichen verhältnismässig nicht weiter über den Scheibenrand hinaus, als früher die fünf Basalglieder. Im Einzelnen ergibt sich aus meinen Messungen Folgendes:

G. eucnemis, 12 bis 89 mm Scheibendurchmesser: Die Armbreite (zwischen 2. und 3. Gabelung) beträgt bei dem kleinsten Exemplar 15,8 % des Scheibendurchmessers und sinkt allmählich zu 7,2 bis 8 % hinab. Der Abstand zwischen Scheibenrand und zweiter Gabelung, sowie der 3. Armabschnitt messen anfänglich 80 bis mehr als 100 % des Scheibendurchmessers; diese Masse fallen während des Wachstums auf 6,7 bis 20 bzw. 28 bis 55 %. (Der 4. Armabschnitt wurde aus praktischen Gründen bei den kleinsten Exemplaren nicht gemessen.)

G. agassizi, 12,5 bis 87 mm Scheibendurchmesser: Die Armbreite beträgt bei dem kleinsten Exemplare 13,6 % des Scheibendurchmessers; sie sinkt später, aber nicht unter etwa 7,5 %. Der Abstand zwischen Scheibenrand und zweiter Gabelung, sowie die Länge des 3. Armabschnittes sinken während des Wachstums von beträchtlich mehr als 100 % des Scheibendurchmessers bis zu 13 bis 22 bzw. 30 bis etwa 60 % hinab.

Bei beiden Arten verändern sich also die fraglichen Masse während des Wachstums, die Veränderungen sind aber weniger durchgreifend bei *G. agassizi*. Während diese Art in der Jugend schmälere und viel längere Armabschnitte als *G. eucnemis* hat, werden die Unterschiede schon bald (bei einem Scheibendurchmesser von ungefähr 40 mm, bisweilen früher) viel geringer; bei völlig erwachsenen Tieren sind sie ganz unbedeutend oder verschwunden. — Die verschiedene Länge der Armabschnitte steht in Zusammenhang mit einem Unterschied in der Länge der Armglieder, welche bei jungen Exemplaren von *G. agassizi* länger sind (bei gleicher Körpergrösse kommen auf 5 Armglieder bei dieser Art 6 bei *G. eucnemis*); bei den grösseren Individuen ist dieser Unterschied wenigstens in der Regel nicht mehr vorhanden.

Wenn also die Unterschiede in der Länge der Armabschnitte bei grossen Exemplaren unbedeutend sind, so werden sie jedoch in der Regel nicht so vollständig verwischt, wie es nach der Tabelle erscheint; besonders scheint stets ein Unterschied in der Länge der 2. Armabschnitte beibehalten zu werden. Dass dies weniger deutlich in der Tabelle zum Vorschein kommt, beruht darauf, dass darin nur die Maximal- und Minimalmasse

berücksichtigt worden sind; diese sind wenig verschieden, die zwischen den Extremen liegenden Werte nähern sich aber bei *G. agassizi* mehr dem Maximal-, bei *G. eucnemis* mehr dem Minimalmass. Es sind jedoch hauptsächlich die Masse der grösseren Exemplare, die eine Korrektion nötig haben; für einige solche Tiere stelle ich unten die aus Messungen von allen Abschnitten erhaltenen Durchschnittsmasse zusammen:

Art	Bezeichnung des Exemplars	Scheiben-durch-messer	Armbreite zwischen 2. und 3. Gabelung		Abstand zwischen Scheibenrand und 2. Gabelung		Länge des 3. Arm-abschnittes		Länge des 4. Arm-abschnittes	
			in mm	in % des Scheiben-durch-messers	in mm	in % des Scheiben-durch-messers	in mm	in % des Scheiben-durch-messers	in mm	in % des Scheiben-durch-messers
G. eucnemis	G	72 mm	6,5 mm	9 %	18 mm	25 %	39,6 mm	55 %	37,8 mm	52 %
	I	76 mm	6,2 mm	8,2 %	13,7 mm	18 %	31,5 mm	41 %	34,1 mm	45 %
	K	87 mm	6,8 mm	7,9 %	12 mm	13,8 %	38,5 mm	44 %	41 mm	47 %
	L	89 mm	6,3 mm	7,2 %	8,7 mm	9,8 %	31,9 mm	36 %	40,1 mm	45 %
G. agassizi	U	75 mm	6,1 mm	8,1 %	16,3 mm	22 %	42,3 mm	56 %	46,2 mm	63 %
	X	87 mm	6,6 mm	7,6 %	16,5 mm	18,9 %	43,2 mm	50 %	45,6 mm	53 %

Obgleich also die Merkmale variabel sind und während des Wachstums stark verändert werden, sind die Arten doch sehr deutlich getrennt. Zwischenformen fehlen; die kleinsten Exemplare sind durch die verschiedene Länge der Armabschnitte, die erwachsenen nicht weniger scharf durch die Struktur der Scheibe charakterisiert. Denn wenn diese auch sehr variabel ist, so bleibt ein Unterschied doch stets bestehen, weil der Ausgangspunkt verschieden ist: bei *G. eucnemis* eine feine dichte Granulierung auf niedrigen Rippen, bei *G. agassizi* grobe, spärliche Stacheln auf höheren Rippen. Bei beiden (selten bei der letzteren Art: Ex. T, s. oben) kann die Granulierung bzw. die Bestachelung reduziert sein, dabei handelt es sich aber um eine Konvergenzerscheinung; die oft glatte Scheibe von *G. eucnemis* entsteht durch Verkleinerung kleiner Kalkkörnchen, die ausnahmsweise fast glatte Scheibe von *G. agassizi* entsteht, wie die Reste einer groben Bedornung zeigen, durch Reduktion der für diese Art charakteristischen Stacheln. — Im Vorübergehen kann auch ein anderer Unterschied erwähnt werden, obgleich mir nichts über seine Konstanz bekannt ist. In dem Alkoholmaterial der Kolthoff-Expedition sind alle *G. agassizi* gelblich, alle *G. eucnemis* rotgelblich. Dieser Farbenunterschied tritt auch an trockenen Exemplaren hervor: bei der ersteren Art ist die Scheibe dunkelbraun mit helleren, rotbraunen Rippen, die Arme sind gelblich; bei *G. eucnemis* ist die Scheibe rotbraun mit helleren Rippen, die Arme haben eine deutliche, obgleich in Intensität wechselnde Orangefarbe. Natürlich muss die Farbe auch in lebendem Zustand verschieden gewesen sein; wahrscheinlich ist sie an den trockenen Tieren verhältnismässig wenig verändert.

Die von Clark und Kalischewskij angedeutete, übrigens durch keine wirklichen Gründe gestützte Ansicht von der Identität der Arten ist folglich unrichtig; wenigstens sind sie in Nordostgrönland deutlich getrennt.

Die Unterschiede zeigen ein eigentümliches und interessantes Verhalten. In der Jugend unterscheiden sich die Arten in einem Merkmal (Längenverhältnisse der Armabschnitte) — das Gesagte gilt vielleicht nur von einer gewissen Grösse an; ganz kleine Junge von weniger als 12 mm Scheibendurchmesser habe ich nicht untersucht —; während des Wachstums verschwindet dieser Unterschied zum grossen Teil, statt dessen tritt aber ein anderer auf (Struktur der Scheibe). Die für jede Art charakteristische Struktur der Scheibe tritt hervor, ehe die Ausgleichung des anderen Unterschieds begonnen hat; schon bei einem Scheibendurchmesser von weniger als 20 mm sind bei *G. agassizi* die Rippen mit so deutlichen Höckerchen besetzt, dass eine Verwechslung mit der andern Art ausgeschlossen ist; die Unterschiede sind also in diesem und den folgenden Stadien gewissermassen noch schärfer ausgeprägt als sowohl früher wie später.

Von der Regel, dass keine Zwischenformen vorhanden sind, gibt es in gewisser Beziehung eine Ausnahme. Unter den Exemplaren von *G. eucnemis* findet sich eines (Ex. G, s. oben in den Tabellen), dessen Armabschnitte auffallend lang sind; die Länge der 3. Armabschnitte ist fast genau dieselbe, die Abstände zwischen dem Scheibenrand und der zweiten Gabelung sind sogar ein wenig grösser als bei einem unbedeutend grösseren Individuum von *G. agassizi* (Ex. U). Dieses selbe Exemplar zeigt nun auch in der Struktur der Scheibe ein etwas abweichendes Verhalten. Während die Scheibe sonst ganz typisch gebaut ist, finden sich in einem (radialen) Zwischenraum zwischen zwei Rippen mehrere grosse Höckerchen und Stacheln, die denjenigen von *G. agassizi* ganz ähnlich sind. Diese Verhältnisse können zu verschiedenen Deutungsversuchen Anlass geben. Als eine wirkliche Zwischenform kann man das Exemplar nicht ansehen. Die Stacheln sitzen nicht, wie bei *G. agassizi*, auf, sondern zwischen den Rippen (auf diesen finden sich einige wenige, äusserst niedrige Höckerchen); die ungewöhnliche Länge der Armabschnitte kann dadurch entstanden sein, dass dieses Individuum in seinen Wachstumsveränderungen ein wenig verspätet ist. — Dr. Hj. Östergren, Leiter der meereszoologischen Arbeiten der Kolthoff-Expedition, hat mir freundlichst mitgeteilt, dass bei dem Fang der Tiere einige in gewisser Beziehung intermediäre Exemplare ihm den Verdacht eingaben, es könne sich um Bastarde handeln. Es ist möglich, dass das besprochene Exemplar ein Bastard ist; wenn solche mehr als ganz zufällig erzeugt werden, müsste jedoch eine ganze Serie von Kombinationen und Zwischenformen existieren, und dies ist in dem mir vorliegenden Material nicht der Fall.

Die von uns im Eisfjord gefundenen *Gorgonocephalus*-Exemplare sind alle typische *G. agassizi* (nur über die an St. 98 gefundenen Bruchstücke kann nichts Sicheres gesagt werden).

Verbreitung im Eisfjord.

Verzeichnis der Fundorte (s. Karte 2):

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
98	Nordarm 27.8	130—116 m	115 m: —0,82°	34,40	Loser Schlamm	Trawl	Bruchstücke von Armen
99	» . . . . . »	197—190 m	190 m: + 0,80°	34,72	» »	»	5 Ex. D 12,5 61, 72, 75, 86 mm
47	Eingang in die Sassen Bay 29.7	97—120 m	wahrsch. etwa 0° [82m: +1,71°]VII	[34,18]	» »	Ottertrawl	6 Ex. D 24 —27, 70—84 mm
48	Ostarm 31.7	199—226 m	210 m: + 1,27°	34,72	» »	Trawl	1 Ex.
104	Fjordstamm, vor dem Eingang in die Advent Bay 17.8	260 m	270 m: + 1,62°	34,79	» »	»	2 Ex. D 6,3, 20 mm

Frühere Funde im Eisfjord:

Helgoland-Exped. 1898: Fjordstamm, 210 bis 240 m, Schlamm mit wenig Steinen, 1 kleines Ex. (GRIEG 1900). Olga-Exped. 1898: Ostarm? (angeblich Sassen Bay, s. oben S. 19), 190 m, Schlamm, 1 Ex. (DÖDERLEIN 1900). Russ. Exped. 1900: Fjordstamm, 243 m, — 0,8°, Schlamm mit Kies, 2 Ex. (MICHAILOVSKIJ 1902).

Wir fanden *G. agassizi* ausschliesslich an Stellen, wo der Boden, nach dem Inhalt des Trawls zu urteilen, aus reinem Schlamm bestand. Man stellt sich wohl im allgemeinen vor, dass diese Art sich auf festeren Gegenständen aufhält, wie die borealen Gorgonocephalen ja besonders an Korallen usw. angetroffen werden. Nun darf man keineswegs behaupten, dass feste Gegenstände an den Stellen, wo das Tier gedredgt wurde, vollständig fehlen — an St. 47 fanden wir z. B. Alcyoniden, an St. 99 Spongien — doch ist es unzweifelhaft, dass sowohl kleine wie grosse Exemplare im Eisfjord an Lokalitäten leben, wo der Grund ganz überwiegend aus losem Schlamm besteht.

Die bathymetrische Verbreitung erstreckt sich, nach den bisherigen Funden zu urteilen, von ungefähr 100 bis zu 260 m. In horizontaler Richtung umfasst das Verbreitungsgebiet nicht einmal den ganzen innerhalb dieser Grenzen gelegenen Raum, sondern sowohl unsere eigenen wie die früheren Fundorte sind auf ein kleines Gebiet im mittleren Teil des Fjordes konzentriert (s. die Karte 2). Um mit Sicherheit behaupten zu können, dass die Verbreitung diese eigentümliche Beschränkung aufweise, müsste man wohl noch viel zahlreichere Punkte im Fjord untersuchen; besonders im äusseren Teil des Fjordstammes machten wir jedoch mehrere langwierige Dredgungen mit grossen Geräten; man kann daher mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die Art dort fehlt oder sehr selten ist. Da sie sonst bis in viel grössere Tiefen gemein ist, muss dieses Fehlen eine spezielle Ursache haben. Ich finde es berechtigt anzunehmen, dass die Art das atlantische Wasser der Fjordtiefe meidet, und zwar wegen seiner hohen Temperatur. Diese Annahme erklärt nicht nur die Beschränkung der Vertikalverbreitung in den untern Regionen, sondern das Fehlen in der ganzen äusseren Partie des Fjordes; im inneren Teil steigt die Temperatur nicht über etwa + 1,5° noch in 250 m Tiefe, nahe an der Mündung ist sie dagegen in dieser Tiefe viel höher; in geringerer Tiefe ist das Wasser auch hier kälter, doch sind die Verhältnisse zweifellos weniger stabil als weiter innen

(übrigens ist es nicht ausgeschlossen, dass die Art in einer schmalen Zone — zwischen etwa 100 und 150 m — noch bis an den Fjordeingang vorkommt).

Das Fehlen in den innersten Teilen des Fjords muss natürlich eine ganze andere Ursache haben. Zum grossen Teil beruht das Fehlen wohl einfach darauf, dass diese Gebiete allzu seicht sind, jedoch können besonders in der Billen Bay die Tiefenverhältnisse keine Schwierigkeiten bieten. Wenn die Art auch die Tiefe der Billen Bay meidet — was vielleicht wahrscheinlich, aber keineswegs gesichert ist — so dürfte es wohl am ehesten darauf beruhen, dass sie vorwiegend auf den offenen Küstenbänken lebt und daher nur

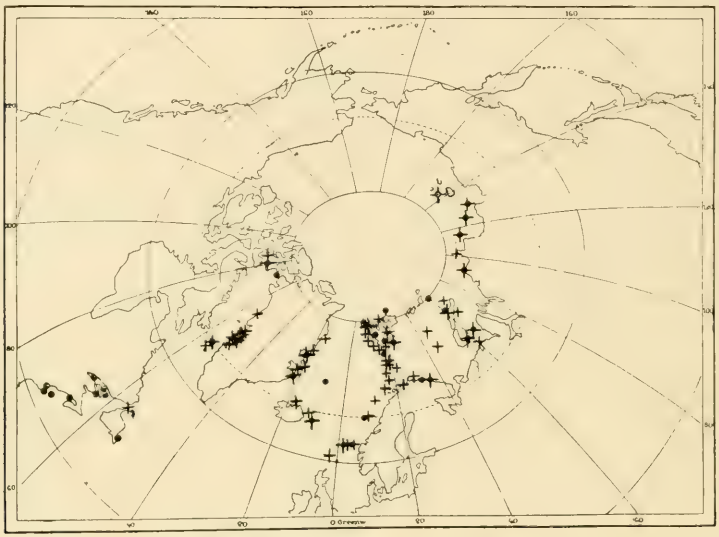


Fig. 38. ● *Gorgonocephalus agassizi*, + *G. eucnemis*.

in den äusseren offenen Teil des Fjordes eindringt. Die Art ist überhaupt kein einziges Mal mit Sicherheit im Innern eines Fjordes gefangen worden; auf wenigstens 75 Funde an offenen Küsten kommen, vom Eisfjord abgesehen, nur zwei Funde in Fjorden (Havnefjord in Jones Sound und Kolafjord; in beiden Fällen keine nähere Fundangaben, vielleicht nur am Eingang; die Funde im Varangerfjord zweifellos in der offenen See).

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 38.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: Eisfjord (s. oben). Nordwestspitzbergen, 475, 839 m (Grieg 1893), 430 m (Koehler 1908). Nordspitzbergen: N. vom Nordostland, 140 m (Grieg 1900). Ostspitzbergen: Halbmondinsel, 90 m (Grieg 1900); W. von Hopen Eiland, 186 m (Koehler 1908); Storfjord, 101, 108 bis 117 m (Michailovskij 1902). Zwischen dem Südkap und Beeren Eiland, 179 m (Döderlein 1900).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer. Nach Stuxberg (1882) erbeuteten die schwedischen Expeditionen 1876—1878 im Sibirischen Eismeer nur *G. eucnemis;* ich habe im Reichsmuseum zu Stockholm die zahlreichen von ihm bestimmten Exemplare durchmustert und dabei die Richtigkeit der Bestimmung konstatiert. Die russische Expedition 1900—1903 hätte dagegen nach Kalischewskij im Sibirischen Eismeer ausschliesslich *G. agassizi* gefunden;

nach der Figur des grössten Exemplars findet aber GRIEG (1910), dass es sich wahrscheinlich um *G. eucnemis* handelt. *G. agassizi* ist daher bisher östlich vom Karischen Meer nicht mit Sicherheit bekannt. Indessen fand ich im Reichsmuseum zu Stockholm unter verschiedenen nicht bestimmten Ophiuriden der Vega-Expedition drei kleine Gorgonocephalen (Scheibendurchmesser 21, 17, 10 mm), welche unzweifelhafte *G. agassizi* sind. Sie stammen von den Stationen 62, 70 und 78 in der Liste STUXBERG's: Küste von West-Taimyr, 72 m; O. von K. Tscheljuskin, 65 m; vor dem Lena-Delta, 27 m; alle drei wurden zusammen mit grösseren Exemplaren von *G. eucnemis* gefangen. Über die von der russischen Expedition gefundenen Exemplare — ausschliesslich kleine Junge — ist es nicht leicht, ein sicheres Urteil zu fällen. Das abgebildete Exemplar (St. 53, Ex. I) hat auffallend lange Armabschnitte; nachdem ich das Vorkommen von *G. agassizi* in diesem Gebiet nachgewiesen habe, glaube ich daher im Gegensatz zu GRIEG, dass es zu dieser Art gehört. Dasselbe gilt, nach den mitgeteilten Massen zu urteilen, wahrscheinlich auch von einem anderen, wenig grösseren Exemplar (St. 49, Ex. III). Über das ganz kleine Exemplar von St. 50 kann nichts gesagt werden. Die Masse der übrigen Tiere (St. 49, Ex. I und II, St. 53, Ex. II, III und IV) passen besser auf *G. eucnemis*. Wahrscheinlich hat daher die russische Expedition sowohl O. von Osttaimyr (51 m) wie N. von den Neusibirischen Inseln beide Arten gefunden. — Auf jeden Fall ist *G. agassizi* bisher nur in ganz vereinzelten, jugendlichen Exemplaren im Sibirischen Eismeer gefunden worden; *G. eucnemis* lebt dort nach den Beobachtungen der Vega-Expedition in grosser Menge und in grossen Exemplaren. Wahrscheinlich ist dieser Gegensatz nur scheinbar und durch die verschiedene bathymetrische Verbreitung bedingt. Die bisher untersuchten Teile des sibirischen Eismeers östlich vom Karischen Meer sind so seicht, dass man von vornherein wohl das Vorkommen von *G. eucnemis*, nicht aber von *G. agassizi* erwarten könnte.

Karisches Meer, 35—190 m (ohne Lokalangaben) (LEVINSEN 1886, HOLM 1887 [*G. eucnemis*; vgl. GRIEG 1904, 1910; doch ist es natürlich möglich, dass auch *G. eucnemis* in dem Material repräsentiert ist, obgleich die Figur einen *G. agassizi* vorstellt); 92—158 m (RUIJS 1887 [»*Asterophyton Linckii*», zweifellos = *G. agassizi*, s. GRIEG 1900, 1910); 166—216 m (GRIEG 1910). Barentsmeer vor der Nordwestküste von Novaja Semlja, 111 m, SO. von Franz Josephs Land, 323 m (MICHAILOVSKIJ 1905; die Richtigkeit der Bestimmung kaum über allen Zweifel erhaben; die Masse beweisen nichts, da die absolute Grösse der Exemplare nicht angegeben wird). [Hieher wahrscheinlich auch D'URBAN 1880: Barentsmeer, Mitte, 200, 288 m (»*G. lamarcki*», 2 junge Exemplare); wie GRIEG (1900) hervorhebt, ist diese Bestimmung wahrscheinlich unrichtig; es können dann nur *G. agassizi* oder *G. eucnemis* in Frage kommen, und die über das Aussehen der Rippen mitgeteilten Angaben passen nur auf die erstere Art; auf der Karte habe ich jedoch diese Funde nicht berücksichtigt). Weisses Meer (LINCK 1733 [*Astrophyton scutatum*, s. DÖDERLEIN 1911; keine näheren Fundangaben, dieser Fund daher nicht auf der Spezialkarte eingesetzt]). Murmanküste: Kolafjord (DERJUGIN 1906, 1912[»?»]). Ostfinnmarken: Varangerfjord (LÜTKEN 1869, GRIEG 1903; ein grosses Exemplar in Bergens Museum); hieher gehört nach GRIEG wahrscheinlich auch ein von M. SARS (1861) als *G. eucnemis* bezeichnetes, in »bedeutender Tiefe» gefangenes junges Exemplar; nach den von SARS mitgeteilten Angaben über die Bestachelung der Rippen scheint mir die Richtigkeit dieser Annahme völlig gesichert zu sein.[?? Norwegische Küste S. von Bodö (nach der Ortsangabe liegt der Fundort im kleinen Holandsfjord), 177 m (KOEHLER 1908]).[1] — Abhang des Nordmeerbeckens: vor dem Trondhjemsfjord und der Norwegischen Rinne, O. von Island, 640, 753, 775, 820, 630 m (GRIEG 1893, 1904). — Jan Mayen, 90—260 m (FISCHER 1886, GRIEG 1893, 1904, MORTENSEN 1904). — Nordostgrönland: Vor dem Eingang in den Franz Josephs Fjord, 250 m (KOLTHOFF 1901, auch photographische Abbildung eines Exemplars; Material im Zoolog. Museum, Uppsala). Turner Sund (nördlichster Teil von Südostgrönland), 215 m (MORTENSEN 1913 [*G. arcticus* LEACH]). — Westgrönland: N. der Disco-Insel, 315 m (NORMAN 1877); Ikerasak (aus einem Haimagen, nicht auf der Karte Fig. 38), Jakobshavns Isfjord, Davis-Strasse, 180 m (MORTENSEN 1913); ohne nähere Angaben (LÜTKEN 1869, ein Exemplar fast sicher aus Grönland stammend). [? Baffin Bay, 1440 m, wenn *G. arcticus* LEACH hieher gehört; vgl. DUNCAN & SLADEN 1881 und oben.] Smiths Sund, 1080 m (DUNCAN & SLADEN 1877, 1878 [*Astr. arcticus*], 1881). Jones Sund, 30 bis 50 m (GRIEG 1907 a). — Ostküste von Nordamerika: Ostküste von Newfoundland, 150 m (KOEHLER 1908; in einer vorläufigen Mitteilung unrichtig als *G. eucnemis* bezeichnet). »Norman Ligth», Labrador, 108 m (GRIEG 1893 a; nicht auf der Karte Fig. 38). Golf von St. Lawrence (PACKARD 1863, LYMAN 1865, WHITEAVES 1872 [108 m], 1874, 1901 [»many localities»], SCHMITT 1904). Bay of Fundy, Ebbegrenze—180 bis 225 m; Golf von Maine, Massachusetts Bay und K. Cod, 45 bis 63, 108 bis 270 m (VERRILL 1866, 1871, 1874, VERRILL & RATHBUN 1880, CLARK 1904, ferner STIMPSON 1854, LYMAN 1865, GANONG 1885, 1888, FEWKES 1891); nach CLARK (1904) auch unmittelbar südlich von K. Cod (Nantucket Shoals, Crab Ledge), diese Angaben sind jedoch nur »based upon the reported capture of specimens by codfishermen».

Bathymetrische Verbreitung.

In der Mehrzahl der Fälle ist *G. agassizi* erst unterhalb von ungefähr 90 m gedredgt worden. In allen rein arktischen Gegenden und überhaupt im ganzen Nordmeer ist die

[1] Die Richtigkeit dieser Angabe scheint mir höchst zweifelhaft zu sein. In Westfinnmarken und der Lofotengegend ist *G. agassizi* nie gefunden worden; ein Fund noch südlicher, in grosser Entfernung von der Nordmeertiefe, sogar in mehreren grossen Exemplaren (»très grands»), wäre daher äusserst unerwartet (was dem Autor gar nicht eingefallen zu sein scheint). Unter solchen Umständen lässt sich der Gedanke an eine Verwechslung mit *G. lincki* (oder *lamarcki*) oder einen anderen Irrtum nicht abweisen.

Art, soweit bekannt, nur zweimal in seichterem Wasser gefangen worden, nämlich teils im Karischen Meer von 35 m an (Dijmphna-Expedition, Levinsen 1886) — wobei es allerdings nicht ganz unzweifelhaft ist, dass diese Art vorgelegen hat; s. oben S. 131 — teils im Jones Sund ein Exemplar (Grösse nicht angegeben!) zwischen 30 und 50 m (Grieg 1907 a). In offenbarem Gegensatz zu diesen Verhältnissen stehen mehrere Angaben über das Vorkommen der Art an der Ostküste von Nordamerika. Sie scheint hier in 50 und 60 m Tiefe gemein zu sein (s. oben, nach Clark »very abundant» in 63 m Tiefe) und es finden sich mehrere Angaben über Vorkommen in noch geringerer Tiefe und sogar an der Ebbegrenze. Es ist wohl äusserst unwahrscheinlich, dass erwachsene Tiere hier in der Litoralregion oder gar an der Ebbegrenze leben, wenngleich sie natürlich zufällig dorthin getrieben werden können; vielleicht leben sie überall in der Jugend in geringerer Tiefe als später (vgl. Verrill 1871, am Ufer nur Junge); für diese Möglichkeit sprechen auch die Verhältnisse im Sibirischen Eismeer (s. oben). Die untere Verbreitungsgrenze liegt in mehr als 1000 m Tiefe (Smiths Sound, s. oben). Noch in mehr als 800 m kann das Tier gemein auftreten (Grieg 1893, 1904).

Thermopathie.

Ich habe oben nachgewiesen, dass die Verbreitung im Eisfjord leicht durch die Annahme erklärt wird, dass *G. agassizi* in der Regel nur in Wasser von negativer und sehr niedrig positiver Temperatur lebt. Es ist dies keine willkürliche Annahme, sondern mehrere Tatsachen in der übrigen Verbreitung weisen in dieselbe Richtung hin. Wenn man alle Fundorte zusammenstellt, für welche die Wassertemperatur angegeben oder nach den allgemeinen hydrographischen Bedingungen berechnet werden kann, so findet man, dass die Art meist in Wasser von negativer Temperatur gefunden worden ist; eine höhere Temperatur als etwa + 1,5° ist nie beobachtet worden. Auch die Seltenheit in der boreoarktischen Region Norwegens und in Westgrönland spricht für diese Annahme. Die Verbreitung an der amerikanischen Küste scheint wohl dagegen zu sprechen; solange über die Einzelheiten der Verbreitung und der Lebensbedingungen nichts bekannt ist, muss man jedoch grösseres Gewicht auf die Verbreitung im Nordmeer legen.

Gorgonocephalus eucnemis (Müll. et Trosch.)(?).

Von dieser von uns nicht beobachteten Art hat nach Michailovskij (1902) die russische Expedition 1900 zwei junge Exemplare im Eisfjord gefunden (Fjordstamm vor der Advent Bay, 243 m, — 0,8°, Schlamm mit Kies). Die Richtigkeit der Bestimmung ist nicht über allen Zweifel erhaben. Die mitgeteilten Masse gelten für das gesamte Material der Art; besonders wenn die beiden Eisfjordexemplare die angegebenen Minimalmasse zeigen (Armdicke $^1/_8 = 12{,}5$ % des Scheibendurchmessers), kann es sich ebenso gut um *G. agassizi* handeln. Für diese Möglichkeit spricht bis zu einem gewissen Grade der Umstand, dass die beiden jungen Exemplare zusammen mit zwei grösseren von *G. agassizi* gefunden wurden. Da *G. eucnemis* an der Westküste von Spitzbergen lebt (s. unten), ist es jedoch sehr wohl möglich, dass er im Eisfjord vorkommt; zu bemerken ist aber, dass von uns ausschliesslich *G. agassizi* dort erbeutet wurde. Da ein Vergleich zwischen *G. agassizi* und *eucnemis* in tiergeographischer Hinsicht von Interesse ist, bringe ich

unten eine Übersicht der Verbreitung der letzteren Art, trotz der Unsicherheit ihres Vorkommens im Eisfjord.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 38, S. 130.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: SW. und W. vom Südkap, vor dem Hornsund, W. von Pr. Charles Foreland, Eingang in die Kings Bay und etwas N. davon, 70—199 m; vor dem Eisfjord, 761 m; [Eisfjord? (s. oben)]. Nordwestspitzbergen, 310, 430 m (? 839 m) (Grieg 1893, 1909, Döderlein 1900, Michailovskij 1902, Koehler 1908; Kolthoff-Exped. 1900: 79° 21′ n. Br., 10° w. L., 100 m [Zoolog. Mus., Uppsala]). Nordspitzbergen: Nordspitze von Neufriesland, 480 m (Grieg 1900). Ostspitzbergen: Hinlopen-Strasse, 80 m; Halbmondinsel, 90 m (Grieg 1900); Ostküste von Edges Land, 80, 115 m (Pfeffer 1894; Richtigkeit der Bestimmung nicht gesichert); Storfjord, 41, 70 m (Michailovskij 1902). Beeren-Eiland-Bank, 90—329 m (Grieg 1893, 1904, Döderlein 1900). [Ferner Ljungman 1867: Spitzbergen.]

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer, östlich bis an die Neusibirischen Inseln, 27—72 m (Stuxberg 1882, 1886, teilweise 1878), 35—51 m (Kalischewskij 1907 [*G. agassizi* e. p., s. oben S. 131]). Karisches Meer, 108—215 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886, Ruijs 1887, Grieg 1910). Barentsmeer, 125—288 m (Marenzeller 1878, Hoffmann 1882, Ruijs 1887, Michailovskij 1905). Murmanküste: Kolafjord, 50 bis 250 m (Awerinzew 1909, ferner Derjugin 1906, 1912). [Von der Angaben über Funde im Barentsmeer und an der Murmanküste ist wohl keine als ganz sicher anzusehen, da die Autoren nichts über das Aussehen und die Grösse der gefundenen Exemplare sagen; doch ist es wohl wenig wahrscheinlich, dass in allen Fällen eine Verwechslung mit *G. agassizi* stattgefunden habe; da *G. eucnemis* in Finnmarken lebt, muss er ja zweifellos auch in diesen Gebieten vorkommen.]

Finnmarken: Ostfinnmarken N. von Nordkyn, 175 m (Michailovskij 1905; nur junge Exemplare, weshalb die Richtigkeit der Bestimmung nicht unzweifelhaft ist; vgl. das oben über den Fund im Eisfjord Gesagte); Finnmarken ohne Lokalangaben (Ljungman 1872); diese Angabe ist nur in einer Tabelle veröffentlicht; ich habe indessen ihre Richtigkeit konstatieren können; im Reichsmuseum zu Stockholm finden sich teils zwei Exemplare von Finnmarken ohne Lokalangabe (gesammelt von S. Lovén), teils 4 Exemplare vom Öxfjord in Westfinnmarken (1866 gesammelt). Zwischen Beeren Eiland und Westfinnmarken, 408 m (Grieg 1893).

Östlicher Abhang des Nordmeerbeckens, von der Beeren Eiland-Bank bis vor die Norwegische Rinne, 460—1187 m (Grieg 1893, 1904) [zwei im borealen Küstengebiet (Westfjord und vor dem Trondhjemsfjord) gefundene junge Gorgonocephalen, die Grieg früher (1893) als *G. eucnemis* bestimmt hat, gehören, wie der Autor später erkannt hat, sicher oder höchst wahrscheinlich zu *G. lamarcki*]. Färö-Shetland-Kanal, 620 m (Hoyle 1884). [?? Südseite des Wyw. Thomson-Rückens, 780 m; Grieg (1904, p. 34) hat die Vermutung ausgesprochen, dass die 7 an dieser Stelle von der »Triton»-Expedition gefundenen Exemplare zu *G. lamarcki* gehören; da der Fundort rein boreale Bedingungen aufweist (Wassertemperatur + 6,5), hat diese Annahme grosse Wahrscheinlichkeit.] — Nordöstlicher Abhang des Färö-Island-Rückens (O. von Island), 547—865 bis 1000 m; N. von Island, 590 m (Grieg 1893, 1904), Schmidt 1904). — Nordostgrönland, 50 bis 100 und 18 bis 108—450 m (Mortensen 1904, 1910, 1913); ferner schwed. Exped. 1900: Eingang in den Franz Josephs Fjord, 200 bis 300 m (St. 25); vor dem Eingang, 250 m (St. 21; dieser Fundort schon von Kolthoff [1901] erwähnt); 73° 55′ n. Br., 19° 20′ w. L., 150 m (St. 20); 74° 30′ n. Br., 18° 40′ w. L., 80 bis 100 m (St. 18) (Zool. Mus., Uppsala); (auch Möbius 1874: Nordostgrönland ohne nähere Angaben). — Westgrönland: Davis-Strasse bis Upernivik, 14 bis 48, 180—460 m (Norman 1877, Holm 1889, Mortensen 1913, ferner Lütken 1857, 1858, Vanhöffen 1897); ohne Lokalangaben: Lyman 1865, Ljungman 1872 [? Fabricius 1780, *Ast. caput medusae*]). Jones Sund, 40—60 m (Grieg 1907 a). — (?) Ostküste von Nordamerika: Strait of Belle Isle, 32, 144 m (Packard 1863, 1866).[1]

Nach der Ansicht von Clark (1911) »there is more than a possibility that *caryi* is not specifically distinct from *eucnemis*». Sowohl aus morphologischen wie aus tiergeographischen Gründen muss man jedoch vorläufig

[1] Es scheint mir kein ganz sicherer Fund dieser Art an der amerikanischen Ostküste vorzuliegen. Für die Richtigkeit der Bestimmung Packard's spricht der Umstand, dass in der ersten Arbeit auch *G. agassizi* angeführt wird. Da die Art wohl wahrscheinlich wenigstens bis in diese Gegend vordringen dürfte, habe ich diesen Ort auf der Karte eingetragen, obgleich mit einem Fragezeichen. Lyman kennt jedoch keine Exemplare von Nordamerika, und Whiteaves, der zahlreiche Funde von *G. agassizi* im St. Lawrence-Golf verzeichnet, führt in seiner Fauna *G. eucnemis* nur nach Packard auf. Noch unsicherer sind folgende Angaben: Lütken 1857, 1858: Newfoundland ohne nähere Angaben; nach einer späteren Arbeit desselben Autors (1869) war das junge Exemplar »vielleicht *G. agassizi*»; Bush 1884: Labrador, »recorded by Packard Jr»; Rodger 1893: St. Lawrence-Golf, NW. von St. Paul Island, 180 m; »wahrscheinlich» *G. eucnemis*.

die pazifische Form als eine selbständige Species bezeichnen. Morphologisch unterscheidet sie sich u. a. durch eine Variabilität in der Länge der Armstücke (s. CLARK, l. c.), die *G. eucnemis* ganz fremd ist; sie ist ferner äusserst eurytherm (Temperaturamplitude nach CLARK — 0,72 — + 15,89°). Wenn die Arten identisch oder selbständig gewordene Glieder einer ursprünglich einheitlichen Art sind, so liegt hier ein interessantes Problem vor; die Sache verdient daher eine eingehende Untersuchung.

Bathymetrische Verbreitung.

Die bathymetrische Verbreitung erstreckt sich von etwa 25 bis 1187 m (s. oben). *G. eucnemis* steigt höher als *G. agassizi* hinauf; zwischen 50 und 90 m ist die Art verhältnismässig oft gefangen worden, und dazu kommen mehrere Funde in noch geringerer Tiefe: 14 bis 48, 41, 40, 35, 27 m (s. näher oben).

Thermopathie. Vergleich zwischen der Verbreitung von *G. eucnemis* und *G. agassizi*.

Das Verbreitungsgebiet von *G. eucnemis* fällt zum grossen Teil mit demjenigen von *G. agassizi* zusammen, und die beiden Arten leben in vielen Gegenden unter denselben äusseren Bedingungen, doch gibt es gewisse Unterschiede von so grossem Interesse, dass ich sie hier nicht übergehen kann, obgleich eine Erklärung der Ursachen gegenwärtig nicht möglich ist. Beide Arten leben unter hocharktischen Bedingungen (doch ist es möglich, dass *G. agassizi* bei gleichzeitigem Vorkommen von *G. eucnemis* an Häufigkeit zurücktritt; in Nordostgrönland scheint besonders nach den Beobachtungen der Kolthoff-Expedition die letztere Art bedeutend gemeiner zu sein).

Wenn man zur Feststellung der oberen Temperaturgrenze die Verbreitung in der boreoarktischen und in den wärmeren Teilen der arktischen Region betrachtet, so kommt man zu ganz verschiedenen Ergebnissen, wenn man sich dem Nordmeer und wenn man sich der amerikanischen Küste zuwendet. An der letzteren ist *G. agassizi* gemein bis K. Cod, *G. eucnemis* dagegen ist südlich vom nordöstlichsten Teil des St. Lawrence-Golfes nicht bekannt. Dieser Unterschied würde schwer verständlich sein, wenn nicht *G. eucnemis* ein ausgeprägteres Kältetier wäre. Die Verbreitung im Nordmeer weist ebenfalls einzelne Eigentümlichkeiten auf, welche mit einer solchen Annahme gut vereinbar sind; besonders das Fehlen (oder wenigstens die Seltenheit) von *G. eucnemis* im Eisfjord wäre leicht verständlich, wenn diese Art mehr hocharktisch wäre als *G. agassizi*. Südlich von Spitzbergen findet man dagegen Verhältnisse, die, wenigstens auf den ersten Blick, eher für eine ganz entgegengesetzte Annahme zu sprechen scheinen. Erstens ist nicht *G. agassizi*, wohl aber *G. eucnemis* in Westfinnmarken und im westlichen Teil von Ostfinnmarken gefunden worden (in der letzteren Gegend in Wasser von + 3,6° Temperatur, MICHAILOVSKIJ 1905); diese Tatsachen scheinen mir allerdings von verhältnismässig geringer Bedeutung zu sein (im letzteren Falle ist die Bestimmung nicht ganz unzweifelhaft, s. oben). Wichtiger ist der Umstand, dass *G. eucnemis* auf der Beeren Eiland-Bank sehr gemein ist, wo er wiederholt in verhältnismässig warmem Wasser gefangen worden ist (+ 2,3°, + 2,5°; GRIEG 1893, 1904); *G. agassizi* ist dort nie gefunden worden und daher zweifellos viel seltener. Die Beeren Eiland-Bank ist nun zwar ein Grenzgebiet, teilweise mit Bodenwasser von negativer Temperatur und überhaupt mit wechselnden hydrographischen Bedingungen, doch scheint es mir wenigstens beim jetzigen Stande unserer Kenntnisse nicht berechtigt anzunehmen, dass *G. eucnemis* im Nordmeer ein mehr ausgeprägtes Kaltwassertier sei als *G. agassizi*.

Strongylocentrotus droebachiensis (Müll.).

Strongylocentrotus droebachiensis ist bekanntlich überall sehr variabel und so auch im Eisfjord. Am gemeinsten ist dort eine langstachelige Form, doch findet man auch sehr kurzstachelige Individuen und zwar scheint es, dass solche für den obersten Teil der Litoralregion charakteristisch sind; von solchen Lokalitäten wurden zwar leider nur wenige Exemplare konserviert oder in lebendem Zustand untersucht, die untersuchten Exemplare (von St. 75 und 76) waren aber sehr kurzstachelig, während von grösserer Tiefe bloss mehr oder weniger langstachelige Exemplare vorliegen. Schon M. Sars (1861) bemerkt, dass an der norwegischen Küste die am Ufer lebenden Exemplare kürzere Stacheln als die tiefer gehenden haben. Obgleich unsere Beobachtungen leider so unvollständig sind, scheinen sie darauf hinzuweisen, dass diese Regel allgemeine Gültigkeit hat, und dass die Angabe Mortensen's (1903), Exemplare von seichtem und tiefem Wasser zeigen keine Unterschiede, eine kleine Einschränkung erfahren muss. Doch variiert natürlich, wie mehrere Beobachtungen zeigen, die Stachellänge auch unabhängig von diesem äusseren Faktor. — Die Schale ist ziemlich flachgedrückt; das Verhältnis zwischen Höhe und Durchmesser schwankt (nach Beobachtungen an wenigen erwachsenen Exemplaren) zwischen 1 : 1,8 und 1 : 2,3. Die globipheren Pedicellarien sind bisweilen (St. 49, 95) sehr gross, doch findet man an denselben Stellen Tiere mit kleineren Pedicellarien. Die Farbe zeigt die gewöhnlichen Schwankungen. Auf ein genaueres Studium der Variationen habe ich verzichtet, da dadurch, wie aus den Darlegungen Mortensen's hervorgeht, kaum etwas zu gewinnen wäre und das eingesammelte Material jedenfalls zu klein ist.

Verbreitung im Eisfjord.

Verzeichnis der Fundorte (s. Karte 4):

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
42	Svensksundstiefe (Eingang in den Fjord) 24.7	406—395 m	382 m: + 2,61°	34,90	Loser Schlamm	Trawl	70 Ex.
43	Svensksundstiefe (Eingang in den Fjord) 25.7	228—257 m	228 m: + 2,74°	34,90	» »	Ottertrawl	3 Ex.
13	Eingang in die Safe Bay 16.7	125—150 m	125 m: + 0,87° III 144 m: + 1,23°	34,52 34,54	Schlamm mit Schalen; *Balanus porcatus*-Gemeinschaft	Trawl	500 bis 1000 Ex.
5	Safe Bay 15.7	2—8 m	[+ 3,3 bis + 4°] II	—	Stein und Kies mit Laminarien (und ein wenig Schlamm)	Kl. Dredge	Wenige Ex.
6	» » . . . . . »	40 m	—	—	Schlamm, etwas Stein	»	Etwa 50 Ex.
9	» » . . . . . »	5 m	[+3,6 bis+4,4°] II	—	Schlamm mit Steinen (einzelne Laminarien)	»	Zahlreich
12	» » 16.7	118—127 m	108 m: + 0,65°	34,43	Loser Schlamm	Trawl	Etwa 10 Ex.
25	Ymer Bay 20.7	5—30 m	—	—	Erst Kies mit Laminarien, dann loser Schlamm	Kl. Dredge	1 Ex.
27 a	» » . . . . . »	30 m	—	—	Kies und Stein mit *Lithothamnion*-Krusten und *Balanus porcatus*	»	420 Ex.
27 b	» » . . . . . »	25—8 m	—	—	Kies	»	Etwa 200 Ex.

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
21	Eingang in die Tundra Bay 20.7	71—68 m	— 0,93°	34,29	Sehr loser Schlamm, stellenweise Stein	Trawl	500 bis 1000 Ex
94	Fjordstamm 21.8	147—141 m	140 m: — 0,62°	34,49	Loser Schlamm mit kleinen Steinen	»	4 Ex. D bis 65 mm
91	Nordarm. Eingang in die Ekman Bay . 19.8	11 m	[etwa +3,7°]XXIV	—	Loser Schlamm mit Kies und Sand; einige Steine mit *Lithothamnion*	Kl. Dredge	10 kleine und mittelgrosse Ex.
93	Ekman Bay 20.8	44—55 m	+ 1,72°	—	Sehr zäher, stark roter Schlamm. Etwas Stein	Trawl	1 mittelgrosses Ex.
116	Nordarm. Vor dem Eingang in die Dickson Bay . . . 25.8	57—60 m	+ 1,2°	—	Kies und Stein	Kl. Dredge	4 Ex.; 2 kleine, 2 D 57 mm
117	Eingang in die Dickson Bay 25.8	29—27 m	[etwa + 2°]XXVII	—	Strauchförmiges *Lithothamnion* auf Schlammboden	» (Netz zerrissen)	4 kleine und mittelgrosse Ex.
119	Eingang in die Dickson Bay 26.8	44—14 m	—	—	Strauchförmiges *Lithothamnion* auf Schlammboden	Kl. Dredge	—
121	Eingang in die Dickson Bay 26.8	5 m	[+ 3,7°]XXVIII	—	Schlamm mit Kies, Schalen und kleinen Steinen	»	446 Ex.
76	Billen Bay 13.8	9—10 m	[etwa + 5°]XVIII	—	Kies, Stein (und Schalen) mit *Lithothamnion*	»	108 Ex. D 14—51 mm
77	» » . . . . . »	9 m	[etwa + 5°]XVIII	—	Loser Schlamm mit Sand, Kies und *Lithothamnion*-Bruchstücken	»	38 Ex.
79	» » . . . . . »	32—40 m	[+1,5 bis +2°]XIX	—	Grosse Steine mit *Lithothamnion*	»	11 Ex.
80	Eingang in die Billen Bay 14.8	69—64 m	69 m: + 1,5°	—	Loser Schlamm (mit ein wenig Sand und Kies)	»	1 grosses Ex.
81	Eingang in die Billen Bay 14.8	26 m	+ 1,82°XX	33,77	Strauchförmiges *Lithothamnion;* etwas Kies und krustenförmiges *Lithothamnion*	»	Zahlreiche sehr kleine, 25 kleine bis mittelgrosse Ex.
82	Billen Bay 15.8	65 m	— 0,7°	—	Teils loser Schlamm, teils fester Schlamm mit Steinen und Kies	»	11 Ex.
83	» » 16.8	22 m	[etwa + 1,8°]XXI	—	Sandgemischter, fester, rotgrauer Schlamm mit etwas Kies und Steinen	»	24 grosse und mittelgrosse Ex.
85	» » . . . . . »	18—15 m	[+ 3 bis + 4,7°]XXII	—	Stein und Kies mit *Lithothamnion*	»	Zahlreiche Ex.
86	» » . . . . . »	30 m	+ 1,6°	—	Kies und kleine Steine	»	7 mittelgrosse und grosse Ex.: D bis 58 mm
87	» » 17.8	37—35 m	+ 1,5°	—	Sehr loser Schlamm; etwas Kies	»	1 mittelgrosses Ex.
49	Sassen Bay, Bank . 31.7	24—19 und 19—28 m	[+ 2 bis + 3°]X	—	Stein, Kies und Schalen mit *Lithothamnion*	Trawl	Etwa 150 Ex.; 80 Ex: D 6—46, 59 mm
52	Tempel Bay 30.7	20—13 m	[+ 4 od. mehr]XI	—	Stein	Kl. Dredge	1 kleines Ex. D 20 mm
56	» » . . . 31.7	Etwa 30 m	35 m: + 3,78°	34,13	Fester, braunroter Schlamm mit Steinen	»	8 Ex.
47	Eingang in die Sassen Bay 29.7	97—120 m	wahrsch. etwa 0° [82 m: + 1,71°]VII	[34,18]	Loser Schlamm	Ottertrawl	1 kleines Ex.

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
74	Fjordstamm 11.8	6 m	[etwa + 4,5°]XVII		Stein mit Laminarien	Kl. Dredge	1 Ex. D 62 mm
44	Eingang in die Advent Bay 27.7	150—110 m	128 m: + 0,01°	34,54	Loser Schlamm mit Kies	Trawl	10 Ex.
73	Advent Bay 11.8	35—30 m	[+ 2 bis 2,7°]XVI	—	*Balanus porcatus*-Gemeinschaft; Kies und Stein	Kl. Dredge	56 Ex.
75	Advent Bay, auf einer Bank 11.8	6 m	[etwa + 4,5°]XVII	—	Stein mit Laminarien	»	10 Ex.
95	Fjordstamm 21.8	188—181 m	[0 bis + 0,5]IX (163 m: — 0,11°)	(34,47)	Schlamm mit Steinen	Trawl	Etwa 200 Ex.; 11 Ex: D 26—56 mm
69	Coles Bay 8.8	71 m	[+ 1,5 bis 2°]XIII	—	Kies, Stein und Schalen. Etwas *Lithothamnion*	Kl. Dredge	89 Ex. D bis 52, meist bis 38 mm
71	»	14—16 m	[+ 2,4 bis 3,5°]XIV	-	Zuerst Kies, dann Schlamm und Kies	»	48 Ex. D meist etwa 63 mm, einige kleinere
96	Fjordstamm 22.8	230—200 m	208 m: + 2,56°	34,76	Schlamm mit etwas Stein und Kies	Trawl	5 mittelgrosse, 1 sehr kleines Ex.
126	» 30.8	47—31 m	[+ 2 bis 3°] I	—	*Balanus porcatus*-Gemeinschaft. Etwas Kies; Schlamm in den *Balanus*-Kolonien	Kl. Dredge	20 mittelgrosse und kleine Ex.
129	» . . . . »	65 m	—	—	Schlamm mit Sand, Kies und modernden Algenresten	»	1 grosses, 3 mittelgrosse Ex.
103	Green Bay 17.8	130 m	+ 0,58°	—	Loser Schlamm. Einige Steine und *Balanus porcatus*	Trawl	61 Ex.
130	» » 30.8	40—45 m	—	—	Schlamm mit Algenresten	Kl. Dredge	1 Ex.
60	» » 3.8	33 m	—	—	Kies, Stein und Schalen mit *Lithothamnion*-Krusten; zahlreiche *Balanus porcatus*-Kolonien	»	—
61	» » 4.8	46—35 m	—	—	Kies und Stein. *Balanus porcatus*-Gemeinschaft	»	40 Ex.: 4 Ex: D 39—56 mm

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwedische Expeditionen: 1864: Safe Bay, 54 bis 90 m, Schlamm; ohne Tiefenangabe. 1868: Safe Bay ohne Tiefenangabe; Advent Bay, 9 bis 35 m, Schlamm; Green Bay, 72 bis 80 m, Schlamm (ferner W. von dem Eingang des Fjords, 215 bis 250 m). 1870: K. Thordsen. 1872—73: Green Bay, 180 m (also im Eingang), Stein und Schlamm; Eingang, 78° 12′ n. Br., 13° 40′ ö. L., 190 m, Stein. 1898: Eingang, 400 m; Fjordstamm, 40 bis 50 m; Nordarm, 175 m, Schlamm (Riksmuseum, Stockholm). Exped. 1890: Eingang, 27 bis 35 m, Stein (KLINCKOWSTRÖM 1892). — Exped. 1900: Green Bay, 10 bis 80 m, Stein (Zool. Mus., Uppsala).

Norweg. Nordmeer-Exped. 1878: Fjordstamm, 236 m, + 1,2°, Schlamm; Advent Bay, 110 m, + 0,7°, Schlamm (DANIELSSEN 1892). »U. S. S. Alliance, 1881»: Tempel Bay (Bionas Hafen), 13 bis 18 m (RATHBUN 1886). Kükenthal's Exped. 1886: ohne Fundortsangabe, wie es scheint (vgl. MICHAILOVSKIJ 1902) Eisfjord (PFEFFER 1894 a). Olga-Exped. 1898: Fjordstamm, 200 m, Schlamm; Eingang in die Green Bay, 145 bis 180 m, Schlamm (DÖDERLEIN 1900). Helgoland Exped. 1898: Eingang, 365 m, Schlamm, wenig Steine; Fjordstamm, 210 bis 240 m, Schlamm mit wenig Steinen (DÖDERLEIN 1906). Princ. Alice-Exped. 1898: Tempel Bay, 8 bis 9 m; 1906: Advent Bay, 7 m; 1907: Eingang in die Green Bay, 150 m (KOEHLER 1908). Russ. Exped. 1899: Green Bay, 29, 30, 30 bis 98 m, + 3°, Kies und Kies mit sandigem Schlamm; 1900: Billen Bay, 142 bis 133 m, — 1,9°, Schlamm mit Steinen, 1 junges Ex. (MICHAILOVSKIJ 1902). Belgica-Exped. 1905: Green Bay (GRIEG 1909).

Strongylocentrotus droebachiensis wurde von uns an 46 Stationen (45, wenn St. 27 a und 27 b zusammengerechnet werden) erbeutet, oft in sehr grosser Menge, und muss folglich als äusserst gemein bezeichnet werden; in der Tat ist er wohl ungefähr ebenso häufig wie die auf 67 Stellen gefundene Art *Ophiocten sericeum;* die geringere Anzahl der Fundorte beruht wohl vorwiegend darauf, dass die beiden Tiere verschiedene Bodenarten bevorzugen.

Mehrere Autoren bemerken, dass diese Art an keinen besonderen Boden gebunden ist; so äussert Döderlein (1906) ausdrücklich: »Sie findet sich auf jedem Boden, möge er bestehen aus Schlick, feinem oder grobem Sand, Kies, Steinen.» Unsere Befunde zeigen ebenfalls, dass sie auf jedem Boden zu finden ist, doch erweisen sie gleichzeitig — wie auch frühere Beobachtungen, wenigstens in borealen Gegenden, vgl. z. B. Petersen 1889 — dass sie entschieden hartem und gemischtem Boden den Vorzug gibt und auf reinem Schlammgrund fast nur ausnahmsweise vorkommt. Unter den 46 Fundorten hatten nur 5 reinen Schlammboden, und an ihnen wurden meist nur wenige Exemplare gedredgt (an St. 42 war die Art jedoch ziemlich gemein; vielleicht fanden sich unter dem Schlamm grössere Steine); unter den 62 unterhalb von 5 m gelegenen Stationen, wo wir die Art nicht fanden, hatten 48 reinen Schlammboden und bloss 14 gemischten Grund. Am gemeinsten ist das Tier auf Lithothamniongrund, in den *Balanus porcatus*-Gemein-

Tiefe in m																						
	5	**9**	**74**	**75**	**76**	**77**	**121**	24	28	30	32	38	39	66	67	70	84	108	111	112	115	123	128
10	**25**	**52**	**71**	**85**	**91**	7	36	37	57	63	65	72											
20	**27**	**49**	**56**	**81**	**83**	**86**	**117**	**119**	14	16	17	18	31	50	89	106	110	114	124	127			
30	**6**	**60**	**73**	**79**	**87**	**126**	8	15	59	90													
40	**61**	**93**	**130**	19	34	35	51	109	113	122													
50	**116**	45	53	54																			
60	**21**	**80**	**82**	**129**	26	92	125																
70	**69**	88																					
80	22	46	64	102																			
90	20	23	55	120																			
100	**47**	100																					
	78																						
	12	**44**	**103**	98	107																		
	13																						
150	**94**	101																					
	95																						
	99	105																					
200	**96**	48																					
	97																						
	43	41																					
250	33	104																					
	4																						
300																							
350																							
400	**42**																						

schaften und auf gemischtem Schlamm- und Stein-Boden; auf reinem Steingrund mit Laminarien ist es spärlicher vertreten.

Die bathymetrische Verbreitung umfasst die ganze vertikale Ausdehnung des Fjords, von 5 m an. Die Art fehlt demnach nur im oberen Teil der Laminariazone; schon in 5 m Tiefe tritt sie in ungeheurer Menge auf, wie z. B. unserer Fund an St. 121 zeigt (446 Exemplare mit einer kleinen Dredge erbeutet). Das obenstehende Schema zeigt, dass die Art in den grössten Tiefen des Fjords, wenigstens unterhalb von 250 m, verhältnismässig seltener gefangen wurde; dieser Umstand beruht zweifellos darauf, dass hier

Fig. 39. *Strongylocentrotus droebachiensis.*

loser Schlammboden überwiegt, denn noch in der grössten Tiefe des Fjords, 400 m, fanden wir ziemlich zahlreiche Exemplare. Doch ist es natürlich möglich, dass die Art auch bei günstiger Bodenbeschaffenheit nie in so dichten Scharen lebt wie in seichterem Wasser; noch in etwa 200 m Tiefe (vgl. St. 95) ist sie jedoch sicher äusserst gemein.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 39, 40.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen, überall, 10 bis 12 (und 5, s. oben)—250 bis 395, 761 m. Nordwestspitzbergen, 12—310, 475, 839 m. Nordspitzbergen, 9 bis 12—195, 480, 497 m. Ostspitzbergen, überall, 10—200 m. Beeren Eiland-Bank und Umgebung, 38—329 m (Rathbun 1886, Danielssen 1892, Klinckowström 1892, Pfeffer 1894, Döderlein 1900, 1906, Michailovskij 1902, Koehler 1908, Grieg 1909) (»Spitzbergen» ferner Lütken 1871 b und Heuglin 1874 [Advent Bay oder Storfjord], Couteaud 1894 [Belsund oder Eisfjord] u. a.)

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer: Osttaimyr, 27 m (Stuxberg 1882). Karisches Meer, 108, 90 bis 225 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886). [Ferner Sluiter 1895 a, angeblich Karisches Meer; wahrscheinlich Ruijs' »*Echinus* sp.», s. unten]. Karische Pforte, Vaigatsch-Insel, Matotschkin schar, 9—135 m (Stuxberg l. c., Levinsen 1886, Grieg 1910, ferner Ruijs 1887 [*Echinus* sp.], Heuglin 1874). Barentsmeer und Franz Josephs Land, 26—318 m (Stuxberg l. c., Marenzeller 1878, D'Urban 1880, Breitfuss 1903, Michailovskij 1905, Döderlein 1906) (ferner Hoffmann 1882, Sluiter 1895 a; keine Lokalangaben). Auch Nansen 1897: Franz Josephs Land, Torups Insel, 81° 30′ n. Br. (»*Echinus*», mit Sicherheit diese Art). Weisses Meer und Murmanküste, Ebbezone—86 m und ohne Tiefenangaben (Lilljeborg 1851, Jarzynsky 1885, Pfeffer 1890, Knipowitsch 1893, Stieren 1895, Döderlein 1906, Derjugin 1906, 1912, Awerinzew 1909, Breitfuss 1912). Ostfinnmarken (Danielssen 1861,

Fig. 40. *Strongylocentrotus droebachiensis.*

Sluiter 1895 a, Norman 1903, Michailovskij 1905). Westfinnmarken und Lofoten (s. unten). Zwischen Westfinnmarken und Beeren Eiland, 394 m (Koehler 1908). — Färö-Shetland-Kanal, 900 m (Norman 1869 [*Tox. pictus* n. sp.]). Färö-Island-Rücken, 425—547 m; Ost- und Nordküste von Island, 80—145 bis 155 m (Danielssen 1892, Mortensen 1903, Schmidt 1904). — Jan Mayen, 27—180, 481 m (Fischer 1886 Danielssen 1892, Mortensen 1903, 1904). Nordostgrönland, bis 78° 9′ n. Br., 0 bis 10—215 m (Möbius 1874, Mortensen 1904, 1910, 1913, Grieg 1909). Island-Grönland-Rücken, 595 m; Südostgrönland, 9 bis 35 m (Mortensen 1903, 1913). — Westgrönland, überall bis in die Melville Bay. Ufer—350, 475, 575 m (Lütken 1857, Walker 1860 [*Ech. neglectus*], Holm 1889, Vanhöffen 1897, Mortensen 1903, 1913, Grieg 1907 a, ferner Fabricius 1780 [*Ech. saxatilis*], Packard 1863, 1866, Rathbun 1886 u. a.). Nordwestgrönland, 5,5—63 bis 72 m (Ives 1892, Rankin 1901, ferner Ohlin 1895). Ellesmere Land, 25—125 m (Duncan & Sladen 1877, 1878, 1881). Jones Sund und Umgebung, 6—60 m (Grieg 1907 a). Barrow-Strasse, 12 bis 27 m (Forbes 1852 [*Ech. neglectus*]). Melville-Halb-

insel, 15 m (Walker 1860). Cumberland-Golf (Verrill 1879, Pfeffer 1886, Rathbun 1886). Hudson Bay (Agassiz 1865, 1872, Rathbun 1886). — Ostküste von Nordamerika: Labrador, Golf von St. Lawrence, Küste und Bänke von Newfoundland bis K. Cod; Gezeitenzone—350, 775 m (Stimpson 1854, Packard 1863, 1866, Verrill 1866, 1871, 1873, 1874, 1874 a, 1885, Verrill & Rathbun 1880, Smith & Harger 1874, Whiteaves 1874, 1901, Agassiz 1881, 1883, Bush 1884, Rathbun 1886, Ganong 1885, 1888, 1890, Rodger 1893, Rankin 1901, Koehler 1898, Schmitt 1904, Jackson 1912, ferner Say 1825 [*E. granularis*], Gould 1841 [*E. granulatus*], Lütken 1857, M. Sars 1861, Agassiz 1865, 1872, Fewkes 1891, Kingsley 1901 u. a.). — Nördlicher Teil des pazifischen Gebiets (s. unten).

Boreale Region:

Westküste von Norwegen: Westfinnmarken und Lofotengebiet (warmes und kaltes Gebiet), 1—540 m (M. Sars 1850, 1861, G. O. Sars 1872 [kleine Exemplare bis 540 m; incl. *Tox. pallidus*], Agassiz 1872, Danielssen 1892, Aurivillius 1886, Herdman 1892, Bidenkap 1899, 1899 a, Döderlein 1900, 1906, Grieg 1903, Nordgaard 1905, Kiær 1906 a, Koehler 1908 u. a.). Trondhjemsfjord und Küste und Fjorde südlich davon, 0—400 m (Danielssen 1859, M. Sars 1861, 1863, Möbius & Bütschli 1874, Storm 1878, Nordgaard 1893, 1907, Grieg 1889, 1896, 1897, 1898, 1914, Appellöf 1896, 1897, ferner Kükenthal & Weissenborn 1886, Rathbun 1886, Süssbach & Breckner 1911 u. a.). Skagerak: Südküste von Norwegen, Kristianiafjord (Düben & Koren 1846, Kiær 1904). Schwedische Küste (Fundangaben vom Gullmarfjord und Umgebung) (Théel 1907; nach Dr. Hj. Östergren bis zu 3 bis 4 m hinauf). N. von Skagen, 94, 125 m (Möbius & Bütschli 1874, Petersen 1889). Kattegatt, über grosse Gebiete äusserst gemein, 9—50 m; Grosser Belt, Samsö Belt und Middelfahrt-Sund, 15—50 m (Lütken 1871, Bergh 1871, Möbius 1873 a, Möbius & Bütschli 1874, Petersen 1889, 1894, 1896, 1913, Lönnberg 1903 [Skelderviken], Süssbach & Breckner 1911). Öresund, 4 bis 18—45 bis 50 m (Lütken 1857 a [1871], Petersen 1889, 1913, Lönnberg 1898). Südwestliche Ostsee: SO. von Alsen, Kielerbucht (Rathbun 1886, Süssbach & Breckner 1911).

Nordsee: Norwegische Rinne, 343 m (Koehler 1908). Nördlicher und mittlerer Teil, von den Shetlandinseln (und nördlich davon) bis in den Eingang des Skagerak, südlich bis an die Doggerbank (54° 29′ n. Br.), an der britischen Küste bis Cullercoats, 7, 11—232 m (Forbes 1841, 1851, Norman 1869 [*Tox. pictus* n. sp.], Möbius & Bütschli 1874, Leslie & Herdman 1881, Bell 1883, 1892, Pearcey 1885, 1902, Hoyle 1891, Fulton 1890, 1891, 1894, 1898, Meissner & Collin 1894, Tesch 1905, Süssbach & Breckner 1911, ferner Gray 1848, Brady 1865, M'Intosh 1875, Scott 1892). Küste von Holland: Oosterschelde (Kerbert 1884); da dieser Fundort ziemlich weit von den sicheren Fundorten in der Nordsee liegt, wäre eine Bestätigung erwünscht. — Einige Angaben über Funde dieser Art noch weiter westlich und südlich sind äusserst zweifelhaft.[1]

Färöer (Lütken 1857, Hörring 1902, Jackson 1912). Island: Vor der Südküste, 162, 755 m; West- und Nordwestisland; Island-Grönland-Rücken, 135—250, 450 m und ohne Tiefenangaben (Mortensen 1903, 1913, Lundbeck 1893). (Island ohne nähere Angaben: Lütken 1857, Agassiz 1872, Sluiter 1895 a).

Ostküste von Nordamerika: K. Cod bis Long Island Sound (Agassiz 1865, 1872, Verrill 1873, Rathbun 1886 [36 bis 60, 120 m], Clark 1904, 1905, Sumner 1910, Coe 1912). New Jersey, 55 m; vor der Chesapeake Bay (Verrill 1866, 1885, ferner Agassiz, Rathbun l. c.) [?? Charleston und K. Florida, wahrscheinlich unrichtige Angaben; s. Agassiz 1872].

Pazifisches Gebiet:

Nordküste von Alaska, Beringsstrasse und angrenzende Teile des Beringsmeers, 6—54 m (Agassiz 1863, 1865, 1872 [incl. *Tox. carnosus*], Murdoch 1885, Rathbun 1886, Ludwig 1886). Beringsmeer, Aleuten und Kommandeur-Inseln, Alaska-Halbinsel bis Georgia-Strasse (und Gewässer unmittelbar südl. davon) (Agassiz 1865, 1872, Verrill 1867, Rathbun 1886, Ludwig 1886, Agassiz & Clark 1907, Jackson 1912, H. L. Clark 1912). Kamschatka, Ochotskisches Meer, Tataren-Sund (Brandt 1851, [*Ech. neglectus*], Agassiz 1863 [auch *Tox. carnosus*], 1865, 1872, Rathbun 1886, Agassiz & Clark 1907, H. L. Clark 1912). Japanisches Meer, 200, 300, 400, 1000, 1600 m (Marenzeller 1903). Korea ohne nähere Angaben (Mortensen 1903).

Bathymetrische Verbreitung.

In der arktischen Region erstreckt sich die Verbreitung von 5 m oder weniger (2 m nach Rankin 1901, in der boreoarktischen Region von Nordamerika auch in der

[1] Cocks (1851) verzeichnet nach Hoyle (1891) *S. droebachiensis* von Falmouth im Englischen Kanal; da die Art sonst nie an der englischen Südküste erbeutet worden ist, handelt es sich wohl sicher um einen Irrtum. Nach Bell (1892) wäre die Art südlich bis an die Nordküste von Frankreich verbreitet, und dieselbe Angabe findet man auch in der neueren Literatur (Döderlein 1906; Mortensen [1903, 1913] schreibt »bis an den Kanal»; M'Intosh [1875] erwähnt sie nebenbei für die Kanalinseln. Quellen für diese Angaben werden nicht erwähnt, und sie müssen daher als äusserst zweifelhaft bezeichnet werden. Fast absurd erscheint die Behauptung Koehler's (1908), die Expedition des Fürsten von Monaco hätte i. J. 1897 ein kleines Exemplar bei Madeira in 100 m Tiefe gefunden.

Gezeitenzone) bis in mehr als 1000 m Tiefe. Im Japanischen Meer ist die Art nach Marenzeller (1903) in 1600 m Tiefe gefunden worden; auf der atlantischen Seite liegen die tiefsten sicheren Fundorte in 900 (Färö-Shetland-Kanal, Norman 1869) und 839 m Tiefe (Nordwestspitzbergen, Danielssen 1892); dazu kommt eine Angabe von Verrill über Vorkommen in etwa 1160 m Tiefe; da kein Fundort (wohl wahrscheinlich im warmen Gebiet) genannt wird, kann aber diese Angabe nicht als sicher betrachtet werden. Was die Einzelheiten der Vertikalverbreitung betrifft, so zeigen mehrere Beobachtungen, vor allem unsere im Eisfjord, dass die Art von der oberen Verbreitungsgrenze bis in mehr als 200 m Tiefe äusserst gemein ist; noch bis 400 m ist sie nicht viel seltener. Zwischen 400 und 600 m liegen noch ziemlich zahlreiche Fundorte; in grösserer Tiefe sind nur vereinzelte Funde gemacht.

In der borealen Region lebt *Strongylocentrotus droebachiensis* oft schon am Ufer, wie an der norwegischen Küste, in andern Gegenden von 3 bis 4 (schwedische Küste) oder ungefähr 10 m an. Der tiefste Fundort (in der europäisch-borealen Region) liegt in 755 m, S. von Island (Mortensen 1903); an den warmen Küsten von Island scheint die Art, wie in der arktischen Region, bis in mehr als 200 m Tiefe gemein zu sein (l. c.). An der skandinavischen Küste kann sie nach Grieg (1903, 1914) bis in wenigstens 400 m Tiefe hinabsteigen, nähere Angaben über die Häufigkeit solcher Funde werden jedoch nicht geliefert. Die hauptsächliche Verbreitung scheint vielmehr ziemlich beschränkt zu sein. In der norwegischen Rinne ist das Tier ganz vereinzelt in 206, 232 und 343 m Tiefe gefunden worden, gemein ist es nur bis zu ungefähr 100 m hinab (s. Süssbach & Breckner 1911). In den Fjorden ist die Verbreitung vielleicht noch beschränkter; im Trondhjemsfjord ist die Art noch Storm gemein nur bis etwa 55 m, obgleich vereinzelt viel tiefer lebend. Vielleicht steht diese Beschränkung der Vertikalverbreitung mit den Fortpflanzungsverhältnissen in Zusammenhang (vgl. *Solaster papposus*, S. 34); doch sind auch andere Erklärungen denkbar.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Strongylocentrotus droebachiensis ist gemein in mehreren hocharktischen Gegenden (Nord- und Ostspitzbergen, Nordostgrönland, nordamerikanischer Archipel). Auf der ganzen Strecke zwischen Novaja Semlja und der Beringsstrasse scheint er sehr selten zu sein (im Karischen Meer nur ganz bei der Küste von Novaja Semlja gefunden; an der sibirischen Küste ein Fundort; von der russischen Polarexpedition 1900—03 nicht gefunden). Möglicherweise ist er auch in andern hocharktischen Gegenden (Nordostgrönland) weniger gemein als in wärmeren Gebieten, doch kann man unmöglich behaupten, dass er hocharktische Bedingungen meidet.

In der borealen Region kann sich die Art unter ziemlich verschiedenartigen Bedingungen zurecht finden. Sie lebt teils in Wasser von fast konstanter, zwischen ungefähr + 5,5 und + 7° wechselnder Temperatur (norwegische Küste und Nordsee in einiger Tiefe), teils in Wasser von stärker schwankender, obgleich stets verhältnismässig hoher Temperatur (norwegische Küste und Nordsee in geringerer Tiefe; Jahresamplitude z. B. + 5° bis + 13°, + 4 bis + 14°), teils endlich in Wasser von im Sommer noch höherer, im Winter aber tieferer Temperatur (Kattegatt, schwedische Küste; Jahresamplitude + 15 oder 17° bis + 2° oder niedriger).

S. droebachiensis ist folglich eine ausgesprochen eurytherme Art, doch muss man wie bei allen Arten mit ähnlicher Verbreitung die Möglichkeit in Erwägung ziehen, dass sie sich sekundär den borealen Bedingungen angepasst hat.

Wenn man die Verbreitung in rein arktischen und in rein borealen Gegenden vergleicht, so erscheint es unzweifelhaft, dass die Art ebenso gemein in diesen wie in jenen ist. In der Körpergrösse ist ein deutlicher Unterschied vorhanden. In arktischen Gebieten kann die Art einen Durchmesser von 80, sogar 85 mm erreichen (Lütken 1857, Fischer 1886, Vanhöffen 1897, Michailovskij 1902); in der Regel scheint der Durchmesser allerdings 65 mm nicht zu überschreiten (maximaler Durchmesser nach Grieg [1907 a, 1910] 56—60, bzw. 63—64 mm, nach Rankin [1901] 58 mm, im Eisfjord 65 mm). Vom borealen Teil der skandinavischen Küste liegen folgende Angaben über die Maximalgrösse vor: M. Sars 1861: selten mehr als 40 mm; Lütken 1857, 1857 a, Öresund: 40 mm; Lönnberg 1898, Öresund: 60 mm; Süssbach & Breckner 1911, Kattegatt: 60 mm; südliche Nordsee: 54 mm; Grieg 1914, Hardangerfjord: 35 mm; Trondhjemsfjord: 62 mm; Storm 1878, Trondhjemsfjord: $3\,^1/_2{}''$ = etwa 90 mm (*Toxopneustes pallidus*). Von demselben Fjord findet sich im Zoologischen Museum zu Uppsala ein Exemplar von 72 mm Durchmesser. Diese Angaben erweisen, dass die Art in typischen borealen Gegenden durchschnittlich bedeutend kleiner bleibt als unter arktischen Bedingungen, dagegen wird sie im Trondhjemsfjord vollständig ebenso gross. Dasselbe ist der Fall im nördlichen Norwegen (Westfinnmarken und Lofoten); bei Tromsö erreicht sie nach Lilljeborg (1851) einen Durchmesser von 85 mm (ein solches, von ihm gesammeltes Exemplar wird im Zoologischen Museum zu Uppsala aufbewahrt); nach Kiær (1906 a) 80 mm; M. Sars (1861) gibt für Finnmarken und die Lofoten eine Maximalgrösse von 90 mm an.

Die Vertikalverbreitung des Tieres ist, wie ich oben bemerkt habe, in gewissen Teilen der borealen Region beschränkter als unter arktischen Bedingungen; der Unterschied ist aber nicht allgemein gültig und man kann wenigstens gegenwärtig daraus keine tiergeographischen Schlussfolgerungen ziehen.

Über die Fortpflanzungsverhältnisse ist von der ganzen arktischen und europäisch-borealen Region eigentümlicherweise fast nichts bekannt; nur gibt Kiær (1906 a) an, dass die Art bei Tromsö im Juni geschlechtsreif ist. An der amerikanischen Küste (boreoarktische Region, wohl auch südlich von K. Cod) laicht die Art nach den Beobachtungen von A. Agassiz (1874) im Winter (Februar). Man hat daher guten Grund zu vermuten, dass sie in allen warmen Gegenden ein Winter- oder Frühlingslaicher ist.

Nach den überall in dieser Arbeit entwickelten Anschauungen wird durch die obigen Tatsachen eine arktische Herkunft nicht erwiesen oder nicht einmal wahrscheinlich gemacht. Wenn man die Häufigkeit und Körpergrösse einer Art als Indiz ihrer Herkunft auffassen dürfte, so könnte *S. droebachiensis* unmöglich einen rein arktischen Ursprung haben. Er kann wohl überall gemein sein; in dem grössten Individuenreichtum, in ganz unglaublicher Menge, scheint er jedoch nur in den wärmeren Teilen der arktischen Region (vor allem in Westgrönland, s. Mortensen 1913), in boreoarktischen Gegenden und im nördlichen Teil der borealen Region (Westfinnmarken und Lofoten, s. Lilljeborg 1851, M. Sars 1861, Bidenkap 1899 a, Kiær 1906 a) aufzutreten. In bezug auf die Körpergrösse erreicht die Art, wie es scheint, sogar ihre kräftigste Entwicklung

in den letzteren Gegenden (Finnmarken bis Trondhjemsfjord, s. oben), wo sie grösser als in allen arktischen Gegenden zu sein scheint, vielleicht mit Ausnahme von Westgrönland.

Natürlich darf man nun nicht annehmen, dass diese überall gemeine Art ursprünglich etwa boreoarktisch gewesen sei und sich sekundär dem Leben in wärmerem und kälterem Wasser angepasst habe, sondern man muss sie einfach als eine eurytherme, weitverbreitete Art betrachten.

Chirodota laevis (Fabr.).

Fundort im Eisfjord:

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
71	Coles Bay 8 8	14—16 m	[+ 2,4 bis + 3,5°]XIV	—	Schlamm und Kies	Kl. Dredge	1 Ex. Länge etwa 19 mm

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwed. Exped. 1864: Safe Bay, 35 bis 90 m, Schlamm (Ljungman 1880; im Reichsmuseum, Stockholm, Exemplare von 35 bis 90 und 55 m).

Chirodota laevis ist zweifellos ziemlich selten im Eisfjord oder, besser gesagt, geeignete Lokalitäten sind dort spärlich vorhanden. Die Art lebt nämlich vorwiegend in seichtem Wasser und fast ausschliesslich auf oder eher im Sandboden oder mit Sand gemischtem Schlammboden.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 41.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: Hornsund, 27 bis 82 m(Michaivolskij 1902); Belsund, 9 m; Cross Bay, 5,5 m (Ljungman 1880; 3 Ex. aus der Cross Bay im Zoolog. Museum zu Uppsala); Eisfjord (s. oben). Nordwestspitzbergen, 9, 11 m. Nordspitzbergen: Treurenburg Bay, Nordeingang in die Hinlopen-Strasse, Lomme Bay, 18 (oder 9)—45 bis 54 m (Ljungman 1880). Ostspitzbergen: K. Karls Land, 72 m (Ludwig 1900).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Ludwig (1900) und Mortensen (1913) hervorheben, dass *Chirodota lævis* nicht von der sibirischen Küste bekannt sei; der erstgenannte Autor bemerkt sogar ausdrücklich, dass er für die Angabe Pfeffer's, sie sei bis an die Beringsstrasse verbreitet, nirgends einen Gewährsmann finden konnte. Er hat somit die Angaben von Stuxberg (1882) übersehen, der das Tier von Osttaimyr und von der Küste unmittelbar westlich von der Beringsstrasse verzeichnet. Doch ist diese, auf einem Versehen beruhende Angabe Ludwig's die richtige. Von den von Stuxberg angegebenen Vega-Stationen (27, 29, 70, 75, 99 c, 100) findet sich im Zoologischen Reichsmuseum zu Stockholm kein einziges Exemplar von *C. lævis*, dagegen zahlreiche *Myriotrochus rinkii*, weshalb in diesem Falle offenbar eine Verwechslung mit dieser Art stattgefunden hat. Dass nicht etwa beide Arten gefunden und nur *M. rinkii* aufbewahrt wurde, geht daraus hervor, dass diese von vielen Fundorten im Karischen Meer verzeichnete Art für diese Stationen nicht erwähnt wird.

Auch vom Karischen Meer ist *C. lævis* nicht oder wenigstens nicht mit Sicherheit bekannt. Die beiden Stuxberg'schen (1882, 1886), von Ludwig und allen späteren Autoren aufgenommenen Funde habe ich schon besprochen. Ferner wäre die Art nach Ruijs (1887) von der holländischen Expedition 1882 (»Varna») im Karischen Meer, in 88—170 m Tiefe gefunden worden. Die Art kann wohl gelegentlich bis in noch grössere Tiefe hinabsteigen, doch lebt sie ganz unzweifelhaft in der Regel in bedeutend seichterem Wasser. Nach Ruijs wäre sie im Karischen Meer in den genannten Tiefen ganz gemein (8 Fundorte), und ich nehme daher an, dass auch in diesem Falle eine Verwechslung mit *Myriotrochus rinkii* stattgefunden hat. Diese Vermutung wird dadurch fast zur Gewissheit erhoben, dass diese, im Karischen Meer gemeine Art gar nicht erwähnt wird; nach Sluiter (1895 b) findet sich im Zoologischen Museum zu Amsterdam ein von derselben Expedition im Karischen Meer gefundenes Exemplar, dagegen keine *C. laevis*.

C. laevis ist folglich nicht östlich von Spitzbergen und der Murmanküste bekannt, auch nicht von Novaja Semlja, wo sie wohl doch vorkommen dürfte.

Murmanküste: ohne nähere Angaben (JARZYNSKY 1885 [*C. pellucida*]); Kolafjord, Ebbezone bis 6 bis 12 m (AWERINZEW 1909, ferner DERJUGIN 1912). Ostfinnmarken: Varangerfjord, 9 bis 54, 225 bis 270 m (NORMAN 1903). Porsangerfjord (ÖSTERGREN 1903). Kalte Fjorde im Westfinnmarken: Kvænangen, 20 m (ÖSTERGREN 1903). Tromsösund und Umgebung, Ufer (DANIELSSEN 1861), 18 bis 35 m (BIDENKAP 1899 a), seichtes Wasser (KIÆR 1906 a). Lofoten (Westfjord), 2 bis 3,5 m (M. SARS 1850, 1861), 11 bis 18 m (DANIELSSEN 1861); diese Fundorte im borealen Gebiet, ich stelle sie aber mit den boreoarktischen zusammen, weil das Tier auch in Finnmarken in seichtem Wasser lebt, also unter ziemlich ähnlichen Bedingungen wie im Lofotengebiet. — Westgrönland, Ufer—12 bis 63, 375 bis 380 m (LÜTKEN 1857, NORMAN 1877, MORTENSEN 1913, ferner STIMPSON 1864 und FABRICIUS 1780). Ostküste von Nordamerika: Nordostecke von Labrador, Golf von St. Lawrence, Bay of Fundy, Ebbegrenze—7 bis 9, 18 m (AYRES 1851, STIMPSON 1854, PACKARD 1863, 1866, VERRILL 1866, 1871, BUSH 1884, GANONG 1885, SCHMITT 1904 [*C. pellucida*], H. L. CLARK 1907, ferner FEWKES 1891; [nach der Zusammenstellung von CLARK 1905 auch in der Massachusetts Bay].

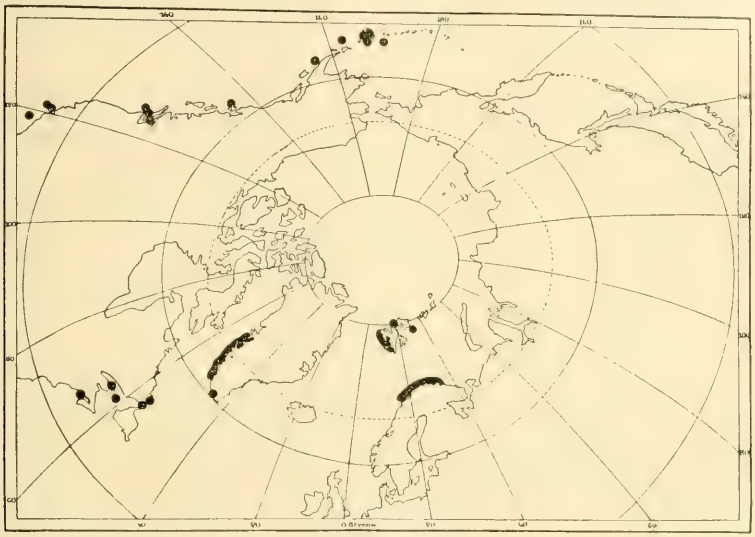


Fig. 41. *Chirodota laevis*.

Pazifisches Gebiet, warmer Teil:

H. L. CLARK (1907, vgl. auch 1902) erwähnt viele Fundorte von den Aleuten bis Süd-Kalifornien, 32° 27′ n. Br., 85—3188 m, bemerkt aber, dass die Bestimmung wegen des schlechten Erhaltungszustands ziemlich willkürlich ist; »it seems almost certain that there are at least three species included in this mass of material». Es liegt nahe zu vermuten, dass wenigstens die in grosser Tiefe lebenden Exemplare einer anderen Species angehören. EDWARDS (1907) erwähnt ein defektes Exemplar aus der Georgia-Strasse, 32 bis 41 m. — Eine andere pazifische Art, *C. discolor* ESCHSCHOLTZ (Alaska, Beringsmeer, »Arctic Ocean», Ochotskisches Meer) scheint *C. laevis* sehr nahe zu stehen (CLARK 1902: »exceedingly difficult to define clearly»; 1907: »there is no doubt that this is a valid species»). Von grossem Interesse ist die von CLARK (1907) hervorgehobene nahe Verwandtschaft zwischen *C. laevis* und der südpazifischen subantarktischen *C. pisanii* LUDWIG (Chonos-Archipel, Magellanes-Strasse, Feuerland, Falkland-Inseln, bis 100 m tief); es ist sogar »hard to draw any sharp line between the two species».

Bathymetrische Verbreitung.

In der Regel lebt *C. laevis* überall in mehr oder weniger seichtem Wasser, vom Ufer bis ungefähr 50 m; am gemeinsten scheint sie zwischen 2 oder 3 und 20 m oder wenig mehr zu sein. Zwei Angaben, deren Richtigkeit nicht bezweifelt werden kann, zeigen, dass die Art bis in bedeutend grössere Tiefe (wenigstens 225 m, 375 m) hinabsteigen kann,

doch handelt es sich hierbei offenbar bloss um ein zufälliges Vorkommen. — Wenn die oben besprochene, im pazifischen Gebiet lebende Form (oder Formen) mit *C. laevis* identisch wäre, so würde das Tier dort ganz andere Lebensgewohnheiten zeigen.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Die Einzelheiten der Verbreitung innerhalb des arktischen Gebietes sind ziemlich ungenügend bekannt. Im rein arktischen Teil des Nordmeeres sind die bisherigen Funde auf Spitzbergen beschränkt — wo das Tier auffallenderweise fast ausschliesslich (mit Ausnahme von zwei Exemplaren) von schwedischen Expeditionen erbeutet worden ist —; von Nordostgrönland, Novaja Semlja usw. liegen keine Funde vor. Die Art ist ferner weder im Karischen Meer oder im Sibirischen Eismeer (s. oben), noch in Nordwestgrönland oder im nordamerikanischen Archipel beobachtet worden.

Etwaige sichere Schlüsse können wohl nicht aus diesen negativen Ergebnissen gezogen werden; man muss die Möglichkeit offen lassen, dass die Art in diesen Gebieten lebt, aber wegen ihrer Anforderungen an ganz spezielle äussere Bedingungen der Aufmerksamkeit entgangen ist; besonders die spärlichen Funde im Eisfjord mahnen zur Vorsicht. Die genannten Gegenden haben doch das gemeinsam, dass sie hocharktisch sind, und es wäre ein eigentümlicher Zufall, wenn die Art eben in allen solchen Gebieten übersehen worden wäre. Es dürfte daher erlaubt sein, den Schluss zu ziehen, dass *C. laevis* wenigstens hauptsächlich den wärmeren Teilen der arktischen Region angehört, auch wenn man gleichzeitig hervorheben muss, dass die Prämissen dieser Schlussfolgerung einer näheren Begründung bedürfen. Im Spitzbergengebiet ist die Art wiederholt im nördlichen Teil der Hinlopen-Strasse gefunden worden, was jedoch nicht bestimmt gegen die obige Auffassung streitet, da diese Gegend nicht rein hocharktisch ist. Merkwürdiger erscheint der Fund bei K. Karls Land (Ludwig 1900), doch kann man diesem vereinzelten Fund keine grössere Bedeutung beimessen, besonders gegenüber der Tatsache, dass die Art nie im Storfjord gefunden worden ist. (Der Fundort bei K. Karls Land erscheint übrigens eigentümlich auch wegen der Bodenbeschaffenheit [»auf steinigem Algenboden»]; ein Irrtum muss doch wohl ausgeschlossen werden.)

Die skandinavische Küste ist so gut untersucht, dass man mit Sicherheit behaupten kann, dass die Art dort eine hauptsächlich boreoarktische Verbreitung hat. Doch kommt sie auch im borealen Lofotengebiet vor. Obgleich keine direkten Beobachtungen vorliegen, kann man mit Sicherheit sagen, dass sie hier (in 0—20 m Tiefe) eine Sommertemperatur von ungefähr + 10° erträgt, und im Winter in Wasser von + 3 (oder 2) bis ungefähr 4° Temperatur lebt (vgl. Nordgaard 1905 u. a.). Nach den Angaben von Sars und Danielssen scheint die Art in diesen Gegenden gemein zu sein und eine kräftige Körperentwicklung zu erreichen.

Unter solchen Umständen muss die geographische Verbreitung in einem etwas anderen Licht erscheinen. Wenn die Art hocharktische Bedingungen meidet und wenn die obere Temperaturgrenze so hoch liegt, wie man nach den soeben erwähnten Tatsachen annehmen muss, so ist das Tier ja eigentlich gar nicht arktisch, sondern eine ziemlich eurytherme Warmwasserart. Die ganz vorwiegend arktisch-boreoarktische Verbreitung steht nur scheinbar im Gegensatz hierzu; sie ist eine notwendige Folge davon, dass die

Art in der Regel auf die Uferzone beschränkt ist. Das Oberflächenwasser hat an der übrigen norwegischen Westküste eine höhere Temperatur als im Lofotengebiet sowohl im Sommer wie besonders im Winter; im Skagerak und Kattegatt ist zwar die Wintertemperatur noch niedriger als im nördlichen Norwegen, dafür ist aber die Sommertemperatur um so höher. Mit andern Worten: wenn ein Tier eine Wintertemperatur von + 3 oder 4°, eine Sommertemperatur von etwa 10° aber keine weitere Temperaturerhöhung erträgt, muss es an der skandinavischen Küste genau dieselbe Verbreitung erhalten, wie die *Chirodota laevis* tatsächlich aufweist.

Diese Überlegungen eröffnen auch eine Möglichkeit, die Kluft zu überbrücken, welche zwischen den Verbreitungsverhältnissen im Nordmeer und im pazifischen Gebiet besteht. Die Art scheint an der Westküste von Nordamerika sehr weit südwärts verbreitet zu sein; auch wenn viele Angaben sich auf andere verwandte Arten beziehen, ist es wohl unzweifelhaft, dass die Art oder die am nächsten mit ihr verwandte pazifische Form hier nicht vorwiegend arktisch ist. Es muss natürlich künftigen Untersuchungen überlassen werden, die Verbreitung und die Verbreitungsbedingungen in diesem Gebiet klarzulegen; teilweise dürfte die weite Verbreitung im warmen Gebiet damit zusammenhängen, dass die obere Temperaturgrenze so hoch liegt und dass ähnliche Bedingungen wie im Lofotengebiet hier weit südwärts zu finden sind (an dem Fundort in der Georgia-Strasse betrug die Wassertemperatur (im Juni) nach Edwards 50,3° Fahr. = + 10,17° C.).

Myriotrochus rinkii Steenstrup.

Östergren (1903) hat nachgewiesen, dass die Speichen der Kalkrädchen zahlreicher sind in den ausgesprochen arktischen Teilen des Verbreitungsgebietes als in den boreoarktischen Gegenden: Ost-Sibirien, Spitzbergen und Grönland 16—25, in der Regel durchschnittlich ungefähr 20; Ostfinnmarken (Vadsö) (12—)14—18, im Durchschnitt 15; Westfinnmarken 14—19, im Durchschnitt 17,1.

Im Eisfjord wechselt die Anzahl der Speichen zwischen 16 (ausnahmsweise weniger, z. B. 13) und 24, selten 25. Die Anzahl wechselt ein wenig an verschiedenen Stationen; obgleich meine Beobachtungen hierüber sehr unvollständig sind (teilweise weil von mehreren Stationen nur formolkonserviertes Material vorliegt), scheinen sie jedoch darzulegen, dass die Anzahl der Speichen in den kältesten Teilen des Fjords etwas grösser ist. An St. 76 und 77 (äusserer Teil der Billen Bay, Temp. etwa + 5°) finde ich in jedem Rädchen 16 (in einem Falle 13), meist 17—19 Speichen (dasselbe gilt von den Fundorten im Hornsund); an den Exemplaren von der Tiefe der Dickson und Billen Bay, also von den kältesten Teilen des Fjords (Temp. — 1,63° bzw. — 1,67°) beträgt die Anzahl 17—25, meist 18—21 oder 22, an St. 110 (Ekman Bay; Temp. + 2,6°, die Station liegt aber dicht vor dem Gletscherrande) 17—24, meist 20—24. Die kleinen Exemplare aus dem warmen Oberflächenwasser stehen also in bezug auf die Speichenanzahl den boreoarktischen Exemplaren nahe.

Verbreitung im Eisfjord.

Verzeichnis der Fundorte (s. Karte 2):

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
20	Ymer Bay 20.7	85—100 m	85 m: — 0,28°	34,54	Sehr loser Schlamm, stellenweise Stein mit Algen	Trawl	Sehr zahlreiche Ex.
23	» » . . . . . »	Etwa 100 m	[0 bis — 1°]VII	—	Fester Schlamm	Kl. Dredge	5 Ex.
31	» » . . . . . »	30 m	—	—	» »	»	3 kleine Ex.
21	Eingang in die Tundra Bay 20.7	71—68 m	— 0,93°	34,29	Sehr loser Schlamm, stellenweise Stein	Trawl	Etwa 50 Ex.
37	Tundra Bay 24.7	10—17 m	17 m: + 1,2°	—	Fester Schlamm mit Kies und Sand	Kl. Dredge	2 Ex.
102	Nordarm. Eingang in die Yoldia Bay 14.8	70—93 m	85 m: + 0,68	34,25	Zäher und fester Schlamm mit vielen Steinen	Trawl	2 Ex.
106	Yoldia Bay 19.8	28 m	33 m: + 2,87°	33,37	Zäher Schlamm mit Kies	Kl. Dredge	1 Ex.
91	Nordarm. Eingang in die Ekman Bay . 19.8	11 m	[etwa + 3,7]XXIV	—	Loser Schlamm mit Kies und Sand, einige Steine	»	3 Ex.
93	Ekman Bay 20.8	49—55 m	+ 1,72°	—	Sehr zäher, stark roter Schlamm. Etwas Stein	Trawl	7 Ex.
108	» » . . . . »	8 m	+ 3,7°	—	Loser, roter Schlamm mit zahlreichen *Lithothamnion*-Bruchstücken	Kl. Dredge	8 Ex.
109	» » . . . . »	43—40 m	+ 1,72°	34,09	Loser, roter Schlamm	»	9 Ex.
110	» » . . . . »	28 m	+ 2,6°XXV	[33,40]	» » »	»	2 Ex.
120	Dickson Bay 27.8	98 m	93 m: — 1,63°	34,27	» » »	Trawl	Sehr zahlr. Ex. (2 bis 3 Liter) Länge der konserv. Tiere bis 55 mm (die grössten Ex. d. Sammlung)
121	Eingang in die Dickson Bay 26.8	5 m	[+ 3,7°]XXVIII	—	Schlamm mit Kies, Schalen und kleinen Steinen	Kl. Dredge	5 kleine Ex.
122	Dickson Bay 28.8	44—40 m	[— 0,2 bis — 0,7°]XXIX	—	Roter Schlamm	Trawl	Zahlreiche (etwa 100) Ex.
123	» » . . . . »	6—8 m	[etwa + 3,7°]XXX	—	Ausserst zäher, stark roter Schlamm	Kl. Dredge	4 Ex.
124	» » . . . . »	28 m	[etwa + 2°]XXXI	—	Ausserst zäher, stark roter Schlamm	»	3 Ex.
76	Billen Bay 13.8	9—10 m	[etwa + 5°]XVIII	—	Kies, Stein (und Schalen) mit *Lithothamnion*. (Ein wenig Schlamm)	»	10 kleine Ex.
77	» » . . . . . »	9 m	[etwa + 5°]XVIII	—	Loser Schlamm mit Sand, Kies und *Lithothamnion*-Bruchstücken; einzelne Steine	»	8 kleine Ex.
78	» » . . . . . »	113—116 m	[0 bis — 1°]VII	—	Loser Schlamm	»	2 Ex.
82b	» » 15.8	65 m	— 0,7°	—	Teils loser Schlamm, teils fester Schlamm mit Steinen und Kies	»	Etwa 12 Ex.
83	» » 16.8	22 m	[etwa + 1,8°]XXI	—	Sandgemischter, fester Schlamm mit etwas Kies und einzelnen Steinen	»	3 kleine Ex.
101	Billen Bay 14.8	150—140 m	140 m: — 1,67°	34,43	Loser Schlamm mit Steinen	Trawl	Etwa 50 Ex.
87	» » 17.8	97—35 m	+ 1,5°	—	Sehr loser Schlamm; etwas Kies	Kl. Dredge	5 Ex.
89	» » . . . . . »	30—20 m	+ 3,1°	—	Schlamm	»	5 kleine Ex.

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
47	Eingang in die Sassen Bay 29.7	97—120 m	wahrsch. etwa 0° [82 m: + 1,71°]VII	[34,18]	Loser Schlamm	Ottertrawl	2 Ex.
130	Green Bay 30.8	40—45 m	—	—	Schlamm mit Algenresten	Kl. Dredge	14 Ex.
65b	» » 5.8	15 m	—	—	Loser Schlamm	»	3 kleine Ex.
67	» » 6.8	2 m	[etwa + 5°]XII	—	Loser, übelriechender Schlamm mit zahlreichen modernden Pflanzenteilen	»	Etwa 10 kleine Ex.

[Ausser im Eisfjord fanden wir *Myriotrochus rinkii* an zwei Stationen im Hornsund, 10.7: Goës Bay, 25 m, Schlamm mit etwas Kies (etwa 20 Ex.); 10 bis 35 m, Schlamm und Kies (7 Ex.).]

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwedische Expeditionen: 1864: Safe Bay, 35 bis 90 m, Schlamm; 1861 oder 1868: Advent Bay, 35 m, Schlamm (Ljungman 1880). Ferner mehrere ältere, nicht von Ljungman erwähnte Funde: 1864: Safe Bay ohne Tiefenangabe; 1868: Advent Bay, 18 bis 27, 54 bis 72 m, Schlamm; Green Bay, 54 m, Schlamm (Riksmuseum, Stockholm). — 1890: Skans Bay (in der Billen Bay), 54 bis 72 m, Schlamm; Safe Bay, 54 bis 72 m, Schlamm (Klinckowström 1892).

Norweg. Nordmeerexped. 1878: Advent Bay, 35 bis 54 m, Schlamm (Danielssen & Koren 1882). Russ. Exped. 1899: Green Bay, 30 m, + 3°, schlammiger Sand; 1900: Billen Bay, 142 bis 133 m, — 1,9°, Schlamm mit Steinen (Michailovskij 1902). Belgica-Exped. 1905: Green Bay (Grieg 1909).

Myriotrochus rinkii ist im Eisfjord unvergleichlich häufiger als die übrigen Holothurien und gehört dort zu den gemeinsten Echinodermen. Er ist eine reine Schlammform; in Gegenden, wo gemischter Schlamm- und Sandboden mehr als im Eisfjord verbreitet ist, kommt er auch auf solchem gemein vor, an reinem Sandgrund dagegen wohl seltener. Die verhältnismässig zahlreichen Angaben über Funde an steinigem Boden (Pfeffer 1894 u. a.) müssen sicher derart gedeutet werden, dass Schlamm oder Sand unter den Steinen vorhanden war.

Die bathymetrische Verbreitung erstreckt sich im Eisfjord von 2 bis etwa 150 m. Hierin liegt ein gewisser Gegensatz gegenüber andern Gegenden, dessen Bedeutung ich weiter unten erörtern werde.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 42.)

Östergren (1903) hat nachgewiesen, dass *Myriotrochus vitreus* (M. Sars) eine selbständige, von *M. rinkii* scharf getrennte Species ist und dass alle früheren Angaben über das Vorkommen der letzteren Art in Norwegen sich auf die erstere beziehen. In Übereinstimmung mit dieser ohne den geringsten Zweifel richtigen Ansicht habe ich unten alle solchen Angaben weggelassen.

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: Hornsund; Eisfjord (s. oben). Belsund, 35 bis 72 m (Klinckowström 1892); Cross und Kings Bays, 5,5, 72, 72 bis 90 m (Ljungman 1880). Nordwestspitzbergen, 54—90 bis 108, 310 m (Ljungman 1880, Danielssen & Koren 1882, Grieg 1909). Nordspitzbergen: Wijde Bay, Hinlopen-Strasse (Eingang und nördlicher Teil), N. vom Nordostland, 18—85 m (Ljungman 1880, Ludwig 1900, Grieg 1909). Ostspitzbergen: K. Karls Land, Hinlopen-Strasse (Südeingang), Küsten von Edges Land, Storfjord, 4—105 bis 110 m (Ljungman 1880, Pfeffer 1894, Ludwig 1900, Michailovskij 1902, ferner Lütken 1871 b, Heuglin 1874).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer, von der Beringsstrasse (173° 20′ w. L. bis an das Karische Meer, 5,5 bis 11—65 m (Stuxberg 1882 [*Chirodota laevis*, s. oben S. 144], Östergren 1903), 8 bis 12—51 m (Kalischewskij 1907); ausser an den 4 von Stuxberg und den 2 von Östergren erwähnten Fundorten wurde *M. rinkii* von der Vega-Expedition, nach den im Reichsmuseum zu Stockholm aufbewahrten Sammlungen, an vielen anderen Stellen an der sibirischen Küste gefangen, bis an den Eingang der Beringsstrasse; diese Fundorte habe ich auf der Karte eingetragen. Karisches Meer und unmittelbar O. davon, 4 bis 11—108 m (Théel 1877; die Fundorte teilweise erwähnt von Stuxberg 1878, 1882, 1886 [*M. rinkii, M. brevis, Chirodota laevis, Trochoderma elegans* (s. Östergren 1903)]), 11—163 m (Levinsen 1886); ohne nähere Angaben (Sluiter 1895 b, Clark 1907). Barentsmeer, Vaigatsch-Insel, Matotsch-

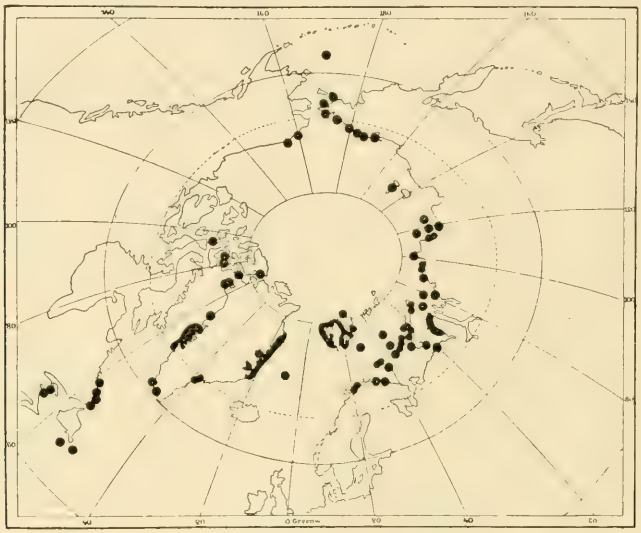


Fig. 42. *Myriotrochus rinkii.*

kin schar, 18—355 m (Théel 1877, Stuxberg 1878, 1886, Hoffmann 1882, Danielssen & Koren 1882 [s. auch Östergren 1903, S. 16], Levinsen 1886, Breitfuss 1903, Michailovskij 1905, ferner Sluiter 1895 b) (Heuglin 1874: »Novaja Semlja»). Murmanküste: Kolafjord, 120 bis 200 m (Awerinzew 1909, ferner [Knipowitsch 1900], Derjugin 1906, 1912). Ostfinnmarken: Varangerfjord, 3,5 bis 9, 9 bis 54 m (Norman 1903, ferner Östergren 1903). Westfinnmarken: Kvænangen und Jökelfjord, Lyngenfjord, 100, 250, 300 bis 343 m (Östergren 1903, s. auch Nordgaard 1905). — Jan Mayen, 100—120 m (Fischer 1886). Nordostgrönland, 3,5—53 m (Möbius 1874, Mortensen 1904, 1910, 1913, Grieg 1909); ferner schwed. Exped. 1900: Mackenzie Bay, 3 bis 10, 12 bis 18, 12 bis 35 m (Zool. Mus., Uppsala). Südostgrönland, 9, 0 bis 16 m (Mortensen 1913). — Westgrönland, 6—360 bis 380 m (Steenstrup 1852, Lütken 1857, Norman 1877, Holm 1889, Mortensen 1913 [»6—380» = 360 bis 380 m]). Nordwestgrönland, 9 bis 18, 18 bis 80 m (Rankin 1901, ferner Stimpson 1864, Clark 1907). Ellesmere Land (Duncan & Sladen 1881). Jones Sund, 12—54 bis 72 m (Grieg 1907 a, 1909 a). Barrow-Strasse (Huxley 1852 [*Chir. brevis*]). — Ostküste von Nordamerika: Nordostküste von Labrador, 12—27 bis 54 m (Packard 1866); Golf von St. Lawrence, 54 bis 90, 90 m (Whiteaves 1874, 1901); Newfoundland-Bank, 100 m (Östergren 1903), 121 m (Clark 1907). — Pazifisches Gebiet und angrenzende Teile des Eismeers: Nordküste von Alaska, 4,5 bis 27, 16 m (Murdoch 1885, Clark 1907); Nordküste von Sibirien (s. oben); Beringsmeer an der Beringsstrasse, 27 bis 30 m (Ludwig 1886); südlicher, 86 m (Clark 1907).

Bathymetrische Verbreitung.

In der arktischen Region erstreckt sich die Vertikalverbreitung von 2 m (Eisfjord) oder wie es scheint öfter von ungefähr 5 m bis zu 355 m (Hoffmann 1882); die auch in der

neueren Literatur wiederkehrenden Angaben (Clark 1907, Mortensen 1913), die Art steige bis zu ungefähr 650 m Tiefe hinab, beziehen sich, wie Östergren (1903) hervorhebt, wahrscheinlich auf *M. vitreus* (M. Sars). Nach Östergren (1903) wird die Art meist oberhalb von 100 m gefunden, weniger oft zwischen 100 und 220 m oder noch tiefer. Wenn man alle Angaben durchmustert, erhält man in der Tat den Eindruck, dass sie oberhalb von der erwähnten Grenze am gemeinsten ist, doch ist sie so oft noch zwischen 200 und mehr als 300 m gefunden worden (im Barentsmeer 13 Fundorte), dass sie auch in diesen Tiefen regelmässig vorkommen muss.

In den kälteren boreoarktischen Gegenden (Sydvaranger, Ostküste von Nordamerika; die Fundorte im letztgenannten Gebiet scheinen fast arktisch zu sein) lebt die Art ebenfalls schon in der Uferzone (s. oben), in Westfinnmarken dagegen ist sie, wie Östergren (l. c.) hervorhebt, nur zwischen 100 und etwas mehr als 300 m angetroffen worden.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Dass *Myriotrochus rinkii* unter hocharktischen Bedingungen gemein ist, brauche ich kaum besonders hervorzuheben. Andererseits fanden wir das Tier im Eisfjord mehrmals in Wasser von + 3,5 bis etwa + 5° Temperatur. Trotzdem kann man mit Sicherheit behaupten, dass die obere Temperaturgrenze, und zwar auch die Sommertemperaturgrenze, eigentlich nicht so hoch liegt. Schon die strenge Begrenzung auf die arktische und boreoarktische Region weist darauf hin; eine noch grössere Beweiskraft hat die veränderte Vertikalverbreitung in den boreoarktischen Fjorden von Westfinnmarken, wo die Art nur in den tiefsten, stets kalten Wasserschichten lebt (Temp. an den von Östergren erwähnten Fundorten + 1, + 2,3, + 2,85°). Die Funde im Eisfjord stehen in der Tat in keinem direkten Widerspruch zu dieser Auffassung. Es wurden an den besprochenen Stationen zwar mehrere Exemplare gefunden; in beträchtlicher Menge und in grösseren Exemplaren trat die Art jedoch nur in grösserer Tiefe und kälterem Wasser auf; ferner liegen die warmen Stationen mit einer Ausnahme (St. 67) alle in den nördlichen, kältesten Zweigen des Fjords, wo die Erwärmung des Oberflächenwassers sehr vorübergehend sein dürfte und wo ausgesprochene Kaltwassertiere (*Asterias linckii*, sogar *Portlandia arctica*, vgl. oben S. 67) in + 3 bis + 4° warmem Wasser angetroffen werden können. Ein weiterer Umstand, der besonders für dieses Tier wichtig sein mag, wird von N. Odhner in seiner Arbeit über die Mollusken des Eisfjords hervorgehoben; der Schlamm dürfte an solchen Stellen eine niedrigere Temperatur als das Wasser beibehalten.

Man muss demnach *M. rinkii* zu den arktisch-eurythermen Arten rechnen, deren obere Temperaturgrenze bei etwa + 2,5° zu liegen pflegt. Mehrere Beobachtungen, z. B. das Vorkommen in den erwähnten Fjorden in Westfinnmarken, zeigen, dass das Tier häufig und nicht nur vorübergehend eine Temperatur von ungefähr + 2,5° erträgt. Trotzdem scheinen mir unsere Untersuchungen über die Verbreitung im Eisfjord gute Gründe für die Auffassung zu bieten, dass die Art ein mehr ausgeprägtes Kältetier ist als die typischen arktisch-eurythermen Arten.

Die Vertikalverbreitung erstreckt sich im Eisfjord bis zu 150 m hinab. Wenigstens bis zu 100 m hinab ist die Art sehr gemein; da die grösseren Tiefen besonders von uns

ziemlich genau untersucht wurden, kann man es als sichergestellt betrachten, dass sie dort fehlt. In andern Gegenden ist sie zwar gemeiner oberhalb von 150 oder sogar 100 m, doch ist sie, wie ich oben bemerkt habe, nicht allzu selten bis zu mehr als 300 m hinab. Da die scharfe untere Verbreitungsgrenze im Eisfjord ungefähr mit der oberen Grenze des atlantischen Tiefenwassers zusammenfällt, liegt es nahe anzunehmen, dass die Art dieses Wasser meidet. Dafür sprechen auch einige Einzelheiten in der Verbreitung. In dem Fjordstamm und den äusseren Baien ist die Art nie in grösserer Tiefe als 100 m gefunden worden, in der kalten Billen Bay dagegen ist sie gemein noch in etwa 150 m Tiefe. Ferner hat sie ihre Hauptverbreitung in den kälteren, vom atlantischen Wasser nicht oder wenig berührten Fjordabschnitten; sie lebt zwar in der Ymer, Safe und Green Bay, in der Coles und Advent Bay und an den benachbarten Teilen der Küste fanden wir aber kein einziges Exemplar; dies kann unmöglich zufällig sein, obgleich die Art früher (möglicherweise unter anderen hydrographischen Bedingungen?) in der Advent Bay gefunden worden ist. Ein weiterer Umstand, der auch nicht gut bloss zufällig sein kann, ist der, dass die 5 Stationen, wo wir das Tier in grosser Menge fanden, negative Wassertemperaturen aufwiesen.

Alles in allem erwogen, scheint mir *M. rinkii* sich der von *Asterias linckii* und *panopla* repräsentierten Gruppe zu nähern, obgleich er noch weniger als diese als hocharktisch bezeichnet werden darf.

Eupyrgus scaber Lütken.

Verbreitung im Eisfjord.

Verzeichnis der Fundorte (s. Karte 2):

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wassertemperatur	Salzgehalt ‰	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
42	Svensksundstiefe (Eingang in den Fjord) 24.7	406—395 m	382 m: + 2,61°	34,90	Loser Schlamm	Trawl	9 Ex., bis 13 mm
12	Safe Bay 16.7	118—127 m	108 m: + 0,65°	34,43	» »	»	2 Ex., bis 14 mm
20	Ymer Bay 20.7	85—100 m	85 m: — 0,28°	34,54	Sehr loser Schlamm, stellenweise Stein mit Algen	»	1 Ex., etwa 10 mm
33	Fjordstamm 23.7	263—256 m	[+2 bis +2,6°]IX	[etwa 34,90]	Loser Schlamm	»	3 Ex., bis 14 mm
41	» 24.7	234—254 m	251 m: + 2,56°	34,96	» »	»	1 Ex., etwa 10 mm
48	Ostarm 31.7	199—226 m	210 m: + 1,27°	34,72	» »	»	6 Ex., bis 14 mm

Frühere Funde im Eisfjord:

Schwed. Exped. 1864: Safe Bay: ohne Tiefenangabe (wahrscheinlich 35 bis 90 m) (Ljungman 1880; Riksmuseum, Stockholm). Helgoland-Exped. 1898: Fjordstamm, 210 bis 240 m, Schlamm mit wenig Steinen (Ludwig 1900).

Eupyrgus scaber ist, wie man aus dem Vorstehenden ersieht, früher zweimal, von uns sechsmal im Eisfjord erbeutet worden und also verhältnismässig gemein, obgleich natürlich viel seltener als *Myriotrochus rinkii* und auch nie in so grosser Individuenzahl

wie dieser auftretend. Er ist eine reine Schlammart. Die bisherigen Funde liegen alle unterhalb von etwa 90 m; von hier erstreckt sich die Verbreitung bis in die grösste Tiefe im Eingang des Fjords. Die Beobachtungen sind nicht so zahlreich, dass man mit Sicherheit behaupten kann, die Art fehle in geringerer Tiefe. Wenn dies der Fall ist, so muss jedenfalls die Ursache der beschränkten Vertikalverbreitung offen gelassen werden; in andern Gegenden ist sie gemein bis zu weniger als 20 m. Das Fehlen in den obersten Schichten könnte auf der starken sommerlichen Erwärmung des Oberflächenwassers beruhen, diese Erklärung versagt aber für die unteren Schichten. Es ist denkbar, dass die Art einen besonders hohen Salzgehalt erfordert; unsere Fundorte wiesen alle einen Salzgehalt von etwa 34,$_{50}$—34,$_{96}$ ‰ auf und unsere hydrographische Beobachtungen zeigen, dass ein so hoher Salzgehalt in der Regel erst in etwa 100 m Tiefe oder erst noch tiefer zu finden ist. Da aus andern Gegenden fast keine einzige Beobachtung über den Salzgehalt vorliegt, darf man jedoch diesem Umstande keine Beweiskraft beimessen.

Eine andere Eigentümlichkeit der Verbreitung im Eisfjord ist die, dass die Art, nach den bisherigen Funden zu urteilen, auf die äusseren Fjordteile beschränkt zu sein scheint; sie steht dadurch in einem ausgesprochenen Gegensatz zu *Asterias linckii*, teilweise auch zu *Myriotrochus rinkii* (s. die Karte 2). Es könnte nahe liegen, hieraus den Schluss zu ziehen, dass sie die kältesten Teile des Fjords meidet. Im Innern des Fjords wurden jedoch verhältnismässig so wenige Stellen in grösserer Tiefe untersucht, dass man nicht sicher sein kann, dass die Art wirklich dort fehlt. Auch wenn dies der Fall ist, braucht die Ursache nicht notwendigerweise in den Temperaturverhältnissen zu liegen; sie kann mit denselben Bedingungen zusammenhängen, welche die Beschränkung der Vertikalverbreitung hervorrufen.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 43.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: Eisfjord (s. oben). Nordspitzbergen: Nordküste von Westspitzbergen und Eingang in die Hinlopen-Strasse, ohne Tiefenangabe (Ljungman 1880), 480 m (Ludwig 1900). Ostspitzbergen: Storfjord, 180 bis 215 m (Ljungman 1880), 18, 47,70 m (Michailovskij 1902); SO. vom Südkap, 267 m (Danielssen & Koren 1882).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Sibirisches Eismeer, östlich bis an die Neusibirischen Inseln; Karisches Meer; 25—125 m (Stuxberg 1878, 1882, 1886, Ruijs 1887, Kalischewskij 1907). Matotschkin schar, Novaja Semlja unweit der Karischen Pforte, Barentsmeer, 7 bis 11—360 m (Stuxberg l. c., D'Urban 1880, Danielssen & Koren 1882, Michailovskij 1905, Grieg 1910). Murmanküste: Kolafjord, 120 bis 200 m (Awerinzew 1909, ferner Derjugin 1906, 1912). Ostfinnmarken: Varangerfjord, 180 bis 215, 225 bis 270 m (Norman 1903). — Nordostgrönland: Hurry Inlet, 18 m (Mortensen 1904). — Westgrönland: Bredefjord, Arsuk, 70, 90 m (Lütken 1857), 10 bis 15 m (Mortensen 1913); Grönland ohne nähere Angaben (Ludwig 1882, Théel 1886). — Ostküste von Nordamerika: Nordostküste von Labrador, Golf von St. Lawrence, 18, 27 m (Packard 1863, 1866), 100 m und ohne Tiefenangaben (Whiteaves 1901). — Pazifisches Gebiet: S. der Alaska-Halbinsel (also im warmen Gebiet; Temp. + 5,44°), 105 m (H. L. Clark 1907).

Das Vorkommen dieser Art im pazifischen Gebiet ist nicht unerwartet, da sie offenbar der ganzen sibirischen Nordküste entlang verbreitet ist, doch ist es auffallend, dass der Fundort so weit südlich liegt. Das einzige gefundene Exemplar stimmt nach Clark gut mit dem typischen *Eupyrgus scaber* überein. — Sehr nahe mit *E. scaber* verwandt ist der von Östergren (1905 a) beschriebene *E. pacificus* von der Küste von Korea, 60 bis 65 m Tiefe; die Ähnlichkeit mit der ersteren Art ist so gross, »dass man möglicherweise vorschlagen könnte, ihn dieser Art zuzurechnen». — [Der angebliche Fund von *Eupyrgus scaber* im Indischen Ozean muss natürlich auf Verwechslung mit einer ganz anderen Art beruhen, wie auch Clark (1907) annimmt.]

Bathymetrische Verbreitung.

Die bathymetrische Verbreitung erstreckt sich von ungefähr 10 bis zu 480 m (s. oben). Nach Ludwig (1900) würde die Art meistens nicht tiefer als 200 m leben; sowohl frühere Beobachtungen wie unsere Funde im Eisfjord zeigen jedoch, dass sie zwischen 200 und 300 m nicht selten ist und noch in etwa 400 m Tiefe gemein sein kann.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Unsere Kenntnisse der Verbreitung von *Eupyrgus scaber* sind noch so lückenhaft, dass eine genauere tiergeographische Analysierung dieser Art nicht möglich ist. Sicher ist, dass sie rein arktisch ist und nicht ausserhalb der boreoarktischen Region vorkommt

Fig. 43. *Eupyrgus scaber.*

(von dem vereinzelten Fund südlich von Alaska muss einstweilen abgesehen werden, bis die Verbreitung im pazifischen Gebiet näher bekannt ist). In den groben Zügen ähnelt die Verbreitung derjenigen von *Myriotrochus rinkii;* man beachte z. B., dass beide Arten auf der amerikanischen Seite bis in den St. Lawrence-Golf, aber nach den bisherigen Erfahrungen nicht weiter südlich vorkommen. In der boreoarktischen Region von Norwegen ist *Eupyrgus scaber* westlich vom Nordkap nicht gefunden worden; daraus darf man jedoch nicht schliessen, dass er in den kalten Fjorden von Westfinnmarken fehlt, und jedenfalls nicht, dass er mehr arktisch sei als *Myriotrochus rinkii.* Die Verbreitung im Eisfjord zeigt vielmehr, dass gerade das Gegenteil der Fall ist, wenigstens insofern, dass er nicht das atlantische Wasser von etwa + 2,5° Temperatur meidet; er ist in den grösseren Tiefen des Fjordstamms gemein. Dagegen ist es nicht ausgeschlossen, obgleich keineswegs erwiesen, dass eine vorübergehende Erwärmung des Oberflächenwassers von dieser Art weniger gut ertragen wird; weder im Eisfjord, noch anderswo (mit Aus-

nahme des soeben erwähnten Fundes im pazifischen Gebiet) ist sie in wärmerem Wasser als etwa + 2,5° gefunden worden.

In einigen hocharktischen Gegenden (Nordostgrönland, Nordwestgrönland und Eismeer westlich davon) ist *E. scaber* nicht oder sehr selten gefunden worden, er ist jedoch gemein nicht nur in Ostspitzbergen, sondern auch im Eismeer östlich von Novaja Semlja. Obgleich die Verbreitung im Eisfjord die Deutung zulässt, dass die Art hocharktische Bedingungen meidet, muss man daher wenigstens vorläufig *E. scaber* als eine typisch arktisch-eurytherme Art bezeichnen.

Cucumaria frondosa (Gunnerus).

Fundort im Eisfjord:

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Bodenbeschaffenheit	Gerät	Anzahl und Grösse
119	Eingang in die Dickson Bay 26.8	44—14 m	Strauchförmiges *Lithothamnion* auf Schlammboden	Kl. Dredge	2 Ex. Länge (ohne die Tentakeln) 17, 20 mm

Diese Art war früher nicht aus dem Eisfjord bekannt. Unser Fund zeigt, dass sie dort nicht fehlt, doch muss sie sehr selten sein, unvergleichlich seltener als z. B. in Ostspitzbergen. Dieser Gegensatz ist durchaus nicht überraschend; ein Tier, das wie *Cucumaria frondosa* an harten Boden gebunden ist und nur in starkem Strom eine reiche Entfaltung findet, kann im Eisfjord nur stellenweise erträgliche, nirgends wirklich günstige Lebensbedingungen finden.

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 44, 45.)

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: W. vom Südkap, 70 m; W. vom Pr. Charles Foreland, 115 m (Ludwig 1900 b); Hornsund, 35 bis 108 m; Kings Bay (Ljungman 1880); Eisfjord (s. oben). Nordwestspitzbergen (Grieg 1910). Nordspitzbergen: Nordküste von Westspitzbergen, Hinlopen-Strasse, 45, 65 m (Ljungman 1880, Michailovskij 1902). Ostspitzbergen: K. Karls Land; Storfjord und O. davon, 10—105 bis 110 m (Ludwig 1900 [auch (St. 49) *C. minuta* = *frondosa*, s. Mortensen 1910], Michailovskij 1902, ferner Heuglin 1874 [Lütken 1871 b]. Beeren Eiland-Bank, 30—156 m (Danielssen & Koren 1882, Ludwig 1900 b [auch *C. minuta*], Michailovskij 1902 [auch *C. minuta*]).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Karisches Meer (nach der Tiefenangabe vor der Karischen Pforte), 165 m (Levinsen 1886, Holm 1887). Barentsmeer: S. von Franz Josephs Land, 26, 34 m (Michailovskij 1905); südlicher Teil, 148 m (Breitfuss 1903); ohne Lokalangaben(!) (Sluiter 1895 b). Murmanküste (Pfeffer 1890, Derjugin 1906, 1912, Awerinzew 1909 [6 bis 20 m], ferner Jarzynsky 1885). Ostfinnmarken: Varangerfjord, Gezeitenzone (Norman 1903, ferner Östergren 1903). Westfinnmarken (s. unten). — Ostküste von Island, 86 m (Schmidt 1904). Jan Mayen, 15—140 m (Fischer 1886). Nordostgrönland, etwa 76¾° n. Br., 15 bis 20—50 bis 100 m. Südostgrönland (Mortensen 1910, 1913). — Westgrönland, Ufer—90 und 80 bis 120 m (Fabricius 1780 [*Hol. pentactes*], Lütken 1857, Norman 1877, Duncan & Sladen 1877, 1878, 1881, Holm 1889, Mortensen 1913, ferner Stimpson 1864, Verrill 1879, Edwards 1910). Nordwestgrönland, 27 bis 35 m (Rankin 1901). Jones Sund, 4 bis 14—30 bis 56 m (Grieg 1907 a, 1909 a). Barrow-Strasse (Forbes 1852 [*C. fucicola*, wahrscheinlich = *C. frondosa*]). Östlicher Eingang in die Hudson-Strasse (Bell nach Whiteaves 1901). — Ostküste von Nordamerika: Nordostecke von Labrador; Golf von St. Lawrence; Newfoundland-Bank; Bay of Fundy bis K. Cod, Küste und Bänke; Ebbegrenze—253 oder 324 m (Stimpson 1854 [auch *Pent. minuta*], Packard 1863, 1866, Verrill 1866, 1871, 1874, 1874 a, 1885, Verrill & Rathbun 1880, Ludwig 1882, 1900, Ganong 1885, 1888, Whiteaves 1901, Schmitt 1904, Edwards 1910, ferner Lütken 1857, M. Sars 1861, Fewkes 1891, Kingsley 1901).

Boreale Region:

Westküste von Norwegen: Westfinnmarken und Lofoten, warmes und kaltes Gebiet, Gezeitenzone —55, 90 m (Gunnerus 1767, O. F. Müller 1806, M. Sars 1850, 1861, Herdman 1892, Bidenkap 1899 a, Östergren

1903, Nordgaard 1905, Kiær 1906 a, ferner Lilljeborg 1851, Sluiter 1895 b, [M'Andrew & Barrett 1857]). Trondhjemsfjord und Küste am Eingang, 3,5—72 m (Storm 1878, ferner Gunnerus 1767, Danielssen 1859, Nordgaard 1893). Kristiansund, 3,5—55 m (Danielssen 1859). Westland, südlich bis Moster, gemein im Skjærgaard (stellenweise in zahllosen Massen), selten in den inneren Fjordpartien; seichtes Wasser von der Oberfläche an (gemein) und 40 bis 60, 50 bis 80 m (Grieg 1889, 1891, 1896, 1914, Appellöf 1912). [Norwegische Küste ferner Düben & Koren 1846, M. Sars 1861, Danielssen 1861; die ersteren Autoren und nach ihnen Ludwig (1900) geben an, die Art sei bis in den Kattegatt verbreitet; diese Angabe beruht auf einem Missverständnis.]

Shetland-Inseln, 12,5 bis 18 m (Forbes 1841, Gray 1848, Norman 1869, Pearcey 1885, ferner Ludwig 1882; incl. »*C. fucicola*»). Orkney-Inseln (Bell 1892). Ostküste von Schottland: Moray und Cromarty Firths, 11—74 m (Fulton 1897, 1898, besonders Pearcey 1902). [? Ostküste von Schottland südlich davon; Westküste von Schottland.][1] Färöer, Laminariazone und tiefer (W. Thomson 1873, Hörring 1902, ferner Lütken 1857.

Fig. 44. ● *Cucumaria frondosa*; + *C. californica*; ○ *C. miniata*; □ *C. fallax*; ▽ *C. japonica*.

Sluiter 1895 b); vor den Färöern ohne Lokalangabe, 125 m (Bell 1892; nicht auf der Karte); Färö-Plateau, 110 m (Appellöf 1912; nicht auf der Karte). Island: Faxe Fjord (Hörring 1902); Nordwestküste (Lundbeck 1893) (ferner Lütken 1857: Island).

Ostküste von Nordamerika: Unmittelbar südl. von K. Cod, 21, 42 bis 45 m (Clark 1904 [1905]); SO. von K. Cod, 57, 74 m (Edwards 1910) (ohne nähere Angaben: Verrill 1885). [?? Florida, 212 m (Pourtalès 1869)].[2]

[1] Unsichere und unrichtige Angaben: Ostküste von Schottland: Montrose, Fife, St. Andrews, Firth of Forth (Forbes 1841, Leslie & Herdman 1881, Bell 1892). Westküste von Schottland (Bell 1892). Plymouth (Bell 1892). Kanal-Inseln (Koehler 1886). Die beiden letzteren Angaben beruhen, wie Mortensen (1913) bemerkt, wahrscheinlich — wohl eher sicher — auf Verwechslung mit einer andern Art; es scheint mir daher am richtigsten zu sein, bis auf weiteres auch die übrigen oben erwähnten Funde als zweifelhaft zu betrachten.

Nach Théel (1886) hätte die Porcupine-Expedition *C. frondosa* westlich von Portugal in 400 m Tiefe gefunden; von späteren Autoren nehmen Ludwig (1900) und Edwards (1910) diesen Fundort auf, verlegen ihn aber bei Irland (»westlich von Nordirland»). Diese Angabe beruht sicher auf einem Missverständnis; Prof. Théel hat mir gütigst mitgeteilt, dass er die Holothurien der Porcupine-Expedition nie untersucht hat und sich der Quelle der Angabe — jedenfalls wohl keine Literaturangabe — nicht mehr erinnern kann.

[2] Diese Angabe wird bis in die neueste Zeit allgemein als richtig angenommen (Ludwig 1900, Edwards 1910, 1910 a), nach Clark (1904) ist sie aber »almost certainly» fehlerhaft; da nur ein kleines Exemplar Pourtalès vorlag und der Fundort so weit ausserhalb des Verbreitungsgebietes der Art liegt, ist es wohl äusserst wahrscheinlich, dass eine Verwechslung mit einer andern Species stattgefunden hat.

Verbreitung der verwandten pazifischen Formen:

Edwards (1910 a) hat neuerdings den Nachweis gebracht, dass die typische *C. frondosa* im pazifischen Gebiet nicht vorkommt, sondern durch vier mehr oder weniger nahe mit ihr verwandte Formen ersetzt wird; die älteren Angaben über das Vorkommen von *C. frondosa* beziehen sich auf eine dieser Formen, *C. californica*. Hieraus folgt jedoch meiner Meinung nach nicht mit Notwendigkeit, dass die an der Nordküste von Alaska lebende Form, von Murdoch (1885) als *C. frondosa* bezeichnet, zur erwähnten oder einer andern pazifischen Art gehört. Da die typische *C. frondosa* nach Grieg im nordamerikanischen Archipel lebt (s. unten), ist es sehr wohl möglich, dass die arktische Alaska-Form hieher gehört.

Fig. 45. *Cucumaria frondosa*.

Die Verbreitung der pazifischen Formen stelle ich unten nach Edwards kurz zusammen; für die ältere Literatur verweise ich auf die Arbeit des erwähnten Autors:

Cucumaria californica Semper (äusserst nahe mit *C. frondosa* verwandt): südlicher Teil des Beringsmeers. Bering Island, Aleuten, Südküste von Alaska; 21 bis 29—86 m. Küste von Kalifornien (wie es scheint in der Nähe von S. Fransisco), Golf von Kalifornien (Eingang). Galapagos-Inseln, 705 m.

Cucumaria miniata (Brandt): Alaska bis südliches Kalifornien, 35—304 bis 381 m.

Cucumaria fallax Ludwig: Alaska (keine Fundortsangaben), Aleuten, Bering Island, Ochotskisches Meer; Ebbegrenze, 12 m.

Cucumaria japonica Semper: Ochotskisches Meer (Sachalin), 2 bis 40 m; Japanisches Meer (Umgebung von Wladiwostok), 11 bis 54 m und Tsugor-Strasse, 21 bis 28 m; ferner Japan nach Semper (1868) und Mitsikuri (dessen Arbeit mir nicht zugänglich ist). Nach Sluiter (1895 b) auch bei den Molukken gefunden; diese Angabe scheint mir der Bestätigung bedürftig.

Bathymetrische Verbreitung von *C. frondosa*.

Die bathymetrische Verbreitung erstreckt sich von 0 bis 253 m (Ostküste von Nordamerika; die Art soll dort noch bis in 324 m Tiefe gefunden worden sein, doch lauten diese Angaben so unbestimmt, dass sie nicht berücksichtigt werden können).

In den meisten arktischen Gegenden liegt die grosse Mehrzahl der Fundorte zwischen 10 und 165 m, und die Art scheint im oberen Teil dieses Verbreitungsgebietes deutlich gemeiner zu sein; sicher ist sie erheblich seltener unterhalb von etwa 100 m. An der Westküste von Grönland lebt die Art schon am Ufer, und dasselbe ist in der boreoarktischen Region von Norwegen und Nordamerika der Fall (s. oben).

In der borealen Region erstreckt sich die Vertikalverbreitung bis in ungefähr 100 m Tiefe (Norwegen: 90 m; Färöer: 125 m; Schottland: 74 m); die Hauptverbreitung liegt zweifellos oberhalb von ungefähr 50 m. Die obere Verbreitungsgrenze liegt bisweilen bei ungefähr 10 m (Shetland-Inseln, Schottland, oft auch in Norwegen); an der norwegischen Küste ist das Tier stellenweise sehr gemein schon dicht unter der Oberfläche.

Wenn *C. frondosa*, wie es scheint, auch in der arktischen Region schon oberhalb von 100 m oder vielleicht schon bei 50 m an Häufigkeit abnimmt, finden sich offenbar keine grösseren Unterschiede in der Vertikalverbreitung zwischen arktischen und borealen Gebieten. Man könnte vermuten, dass die Art nur unter borealen Bedingungen zwischen 0 und 10 m gemein vorkommt; Prof. Appellöf hat mir jedoch mitgeteilt, dass an der norwegischen Küste das Vorkommen in ganz seichtem Wasser auf Stellen mit starker Strömung begrenzt ist, und es liegt nahe zu vermuten, dass die Verhältnisse in der arktischen Region ähnlich sind.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Cucumaria frondosa ist aus verschiedenen hocharktischen Gegenden bekannt (Franz Josephs Land, Nord- und Ostspitzbergen, Jan Mayen, Nordostgrönland, nordamerikanischer Archipel) und erträgt somit alle arktische Bedingungen. Andererseits gedeiht sie vorzüglich im nördlichen Teil der borealen Region; nach den an der norwegischen Küste herrschenden Verhältnissen lässt sich feststellen, dass sie eine Sommertemperatur von + 15° oder etwas mehr erträgt, wenn die Wintertemperatur auf + 3 bis + 4° sinkt (vgl. Appellöf 1912 a). Die Südgrenze ist ausserordentlich scharf markiert; an der ganzen norwegischen Küste bis etwas südlich von 60° n. Br. ist das Tier sehr gemein, fehlt aber vollkommen im Skagerak und Kattegatt; an der britischen Ostküste scheinen die Verhältnisse ähnlich zu liegen. Die Ursachen dieser scharf markierten Südgrenze — welche diesem Tier eine Sonderstellung in der skandinavischen Meeresfauna zuweist — können erst durch biologische Untersuchungen klargelegt werden; gegenwärtig kann man nur das Problem von ganz allgemeinen Gesichtspunkten aus streifen.

Es muss entweder Mangel an Verbreitungsmöglichkeiten oder Mangel an günstigen Existenzbedingungen sein, welcher das Vordringen nach Süden hindert. Nach den unten erwähnten Untersuchungen über die Fortpflanzungsverhältnisse liegt nichts Ungereimtes im Gedanken, dass ein Vordringen bis in den Skagerak und Kattegatt auf unüberwindliche äussere Hindernisse stösst; wenn man aber bedenkt, dass die Art in den meisten arktischen Gegenden allgemein verbreitet ist, erscheint diese Annahme doch etwas will-

kürlich; ferner ist es wohl wahrscheinlich, dass die Art in spätglazialer und frühpostglazialer Zeit an der südskandinavischen Küste gelebt hat. Ich neige daher zur Ansicht, dass künftige Untersuchungen es sich zum Ziele setzen müssen, das Fehlen im Skagerak und Kattegatt mit den heutigen hydrographischen Verhältnissen in ursächlichem Zusammenhang zu bringen. Die Vermutung dürfte nicht allzu kühn sein, dass *C. frondosa* das baltische Oberflächenwässer im Kattegatt und Skagerak nicht erträgt, es sei denn, dass der niedrige und schwankende Salzgehalt oder die starken Temperaturwechsel oder andere ungünstige Umstände bestimmend sind. [Die erwachsenen Tiere sind zwar ziemlich euryhalin, die Eier und Larven, welche an der Oberfläche schwimmen (Appellöf 1912 a), können aber empfindlicher sein; die Temperaturschwankungen sind ja sowohl nach oben wie nach unten hin grösser als an der norwegischen Westküste.] Die Südgrenze in der westlichen Nordsee kann nicht auf Mangel an Verbreitungsmöglichkeiten beruhen; das Fehlen am grössten Teil der britischen Küsten hängt wahrscheinlich mit den Temperaturverhältnissen zusammen.

Unbestrittbar ist auf jeden Fall die Tatsache, dass *C. frondosa* eine ausgesprochen eurytherme Art ist. Das arktische Verbreitungsgebiet hat eine bedeutend grössere Flächenausdehnung als das boreale, weshalb das Tier besonders früher allgemein schlechthin als arktisch bezeichnet worden ist. Appellöf (1912 a, s. auch 1912) betrachtet die Art als ursprünglich arktisch und findet eine Stütze für diese Auffassung in dem Umstande, dass die Fortpflanzung im Winter geschieht und erwiesenermassen kaltes Wasser erfordert. Ich werde die wichtigen, von Appellöf veranlassten Untersuchungen über die Fortpflanzungsverhältnisse im Allgemeinen Teil erörtern; hier will ich zunächst die übrigen Tatsachen ins Auge fassen, welche bei der Beurteilung dieser Frage in Betracht kommen können und kommen müssen.

C. frondosa ist im borealen Teil ihres Verbreitungsgebietes äusserst gemein. Dies gilt von der ganzen norwegischen Westküste, nicht nur von Westfinnmarken und dem Lofotengebiet (vgl. M. Sars 1861, Bidenkap 1899 a u. a.), sondern in wenigstens ebenso hohem Grade vom Trondhjemsfjord (Storm 1878: gemein, stellenweise in »ausserordentlichen Mengen», s. auch Nordgaard 1893) und von der Küste des Westlandes (»gemein», »in unmässigen Mengen», »stellenweise in zahllosen Massen», s. besonders Grieg 1896, 1914). Auch in der Moray Firth (Pearcy 1902), bei den Shetland-Inseln (s. besonders Norman 1869), bei den Färöern (Hörring 1902) und in Nordwestisland (Lundbeck 1893) ist die Art sehr häufig. Auch in der boreoarktischen Region tritt sie in grosser Individuenzahl auf, wenigstens an der Küste von Nordamerika (s. Stimpson 1854, Verrill 1866, Ganong 1885, 1888 u. a.). Von arktischen Gegenden kenne ich aus eigener Erfahrung nur den Eisfjord, wo das Tier äusserst spärlich ist, was jedoch hauptsächlich auf ungünstigen Boden- und Stromverhältnissen beruhen dürfte (vgl. oben). Um die Häufigkeit in andern arktischen Gebieten zu beurteilen, bin ich auf die Angaben in der Literatur hingewiesen. Aus diesen geht sicher hervor, dass die Art stellenweise, wenigstens in Ostspitzbergen und Westgrönland, recht gemein sein kann, doch findet sich keine einzige Angabe über solch massenhaftes Vorkommen, wie innerhalb der borealen Region; wenn nicht alle Literaturangaben vollständig irreführend sind, tritt das Tierwenigstens in hocharktischen Gegenden nie in solchen Mengen auf wie an wärmeren Küsten.

C. frondosa wird in der borealen Region sehr gross, nach mehreren Angaben — und wie ich selbst in den Museen von Stockholm und Uppsala konstatiert habe — mehr als »ein Fuss», d. h. ungefähr 300 mm lang in nicht ausgestrecktem Zustand (s. M. Sars 1850, 1861, Forbes 1841, Pearcy 1902). Über die Grösse arktischer Exemplare liegen eigentümlicherweise fast keine Angaben vor; die meisten Autoren teilen keine Masse mit oder haben nur ganz kleine Exemplare (von weniger als 100 mm Länge) beobachtet. Eine vereinzelte genauere Angabe findet man bei Michailovskij (1902), der ein Exemplar von 130 mm Länge erwähnt (aus Spitzbergen oder Beeren Eiland). Im Reichsmuseum zu Stockholm habe ich verschiedene Exemplare aus Spitzbergen beobachtet; die grössten hatten in mässig kontrahiertem Zustand eine Länge von etwa 140 mm. *C. frondosa* wird also zweifellos eher grösser unter borealen Bedingungen; trotz der Dürftigkeit der obigen Angaben kann man sogar vermuten, dass sie in hocharktischen Gegenden nie dieselbe Körpergrösse erreicht wie z. B. an der norwegischen Küste.

Die obigen Überlegungen haben das Ergebnis geliefert, dass *C. frondosa* die grösste Häufigkeit und die kräftigste Körperentwicklung in den wärmeren Teilen ihres Verbreitungsgebietes erreicht. Ist es denn wahrscheinlich, dass sie sich diesen offenbar günstigsten Bedingungen sekundär angepasst hat? Ich glaube, dass wohl ein jeder anerkennen muss, dass eine solche Hypothese ganz triftige Gründe erheischt. Ich kann nun meinerseits nicht finden, dass solche vorgebracht worden sind. Die Ursachen, warum ich den Fortpflanzungsverhältnissen keine ausschlaggebende Bedeutung zuerkennen kann, findet man unten im Allgemeinen Teil entwickelt. Auch muss betont werden, dass über die Fortpflanzung unter arktischen Bedingungen nichts bekannt ist. Die übrige Lebensweise scheint dieselbe in der arktischen und in der borealen Region zu sein.

Psolus phantapus (Strussenfelt).

Fundort im Eisfjord:

Nr. der Stat.	Ort und Datum	Tiefe	Wasser-temperatur	Salz-gehalt ‰	Bodenbeschaffen-heit	Gerät	Anzahl und Grösse
41	Fjordstamm . . 24.7	234—254 m	251 m: + 2,56°	34,96	Loser Schlamm	Trawl	1 Ex. Länge (ohne die Tentakeln) 7 mm

Unser Fund dieser Art ist der erste nicht nur im Eisfjord, sondern an der ganzen Küste von Westspitzbergen nördlich vom Südkap. Es ist wohl überall nicht gerade leicht, dieses Tieres in grösserer Anzahl habhaft zu werden, da alle von uns und früher im Eisfjord ausgeführte Dredgungen nur ein einziges Exemplar ergeben haben, muss aber die Art dort unbedingt seltener als in vielen anderen Gegenden sein. Dass sie in den grösseren Tiefen des Fjords in der Regel fehlt, ist nicht überraschend, da hier loser, ungemischter Schlammgrund fast alleinherrschend ist; denn wenn das Tier auch wiederholt von solchem Boden angeführt wird, lebt es doch in der Regel gewiss nur an steinigem, gemischtem oder sandigem Grund. Schwieriger ist es, anzugeben, warum die Art auch zwischen 25 und 70 m, wo harter Boden verschiedenen Schlages öfter vorkommt, so selten zu sein scheint, wenn sie nicht, was allerdings sehr merkwürdig erscheinen müsste, in der arktischen Region nicht oberhalb von etwa 40 m vorkommt (vgl. unten).

Auffallenderweise wurde das einzige von uns gefundene, ganz junge Exemplar an reinem Schlammgrund gefangen. Junge scheinen auch früher verhältnismässig oft an solchem Boden gefunden worden zu sein (DANIELSSEN & KOREN 1882, MICHAILOVSKIJ 1905).

Allgemeine Verbreitung.

(Fig. 46, 47.)

Psolus phantapus und *P. fabricii* sind bekanntlich als erwachsen leicht zu unterscheiden, in der Jugend aber einander sehr ähnlich und infolgedessen zweifellos oft mit einander verwechselt worden (s. ÖSTERGREN 1903). Einige der unten erwähnten Angaben können sich daher auf *P. fabricii* beziehen. Dies gilt jedoch nur vom grönländisch-amerikanischen Gebiet, denn die letztere Art ist nach ÖSTERGREN's unten im Allgemeinen Teil erwähnter Auffassung östlich davon nicht verbreitet. Aus diesem Gebiet liegen so viele sichere Funde vor, dass das allgemeine Bild der Verbreitung durch etwaige einzelne Irrtümer nicht beeinflusst wird. — Wenn *P. fabricii* östlich von Grönland fehlt, müssen alle Angaben über Funde dieser Art auf Verwechslung mit andern beruhen. Im arktischen Teil des Nordmeergebiets kann dabei nur *P. phantapus* in Betracht kommen; Funde innerhalb dieses Gebiets habe ich daher unten aufgenommen.

Dagegen muss man die Frage offen lassen, ob *P. phantapus* östlich vom Barentsmeer lebt. Möglicherweise gehört hieher ein junges, von der russischen Polarexpedition 1900—03 bei den Neusibirischen Inseln gefundenes, von KALISCHEWSKIJ (1907) als *P. fabricii* bestimmtes Exemplar; Dr. ÖSTERGREN hat mir freundlichst mitgeteilt, dass die Habitusfigur seiner Ansicht nach zwar nicht *P. fabricii* ausschliesst, aber ebenso gut *P. phantapus* vorstellen kann.[1]

Spitzbergengebiet:

Westspitzbergen: W. vom Südkap, 135 m (LUDWIG 1900); Eisfjord (s. oben). Ostspitzbergen: Küste vom Nordostland, K. Karls Land, Hinlopen-Strasse, Edges Land, Storfjord, 66—180 bis 215 m (LJUNGMAN 1880, PFEFFER 1894 [auch als *P. fabricii*], LUDWIG 1900, MICHAILOVSKIJ 1902). Beeren Eiland, 45 m (HOFFMANN 1882 [*P. fabricii*]).

Übrige arktische und boreoarktische Region:

Barentsmeer, 80—275 m (HOFFMANN 1882 [auch als *P. fabricii*], DANIELSSEN & KOREN 1882 [*P. fabricii*], BREITFUSS 1903, MICHAILOVSKIJ 1905 [auch *P. fabricii*], ferner SLUITER 1895 b). Weisses Meer ohne nähere Angaben (JARZYNSKY 1885; nicht auf den Karten). Murmanküste (PFEFFER 1890 [*P. squamatus*, s. ÖSTERGREN 1903), AWERINZEW 1909 [50 bis 250 m], DERJUGIN 1912, ferner JARZYNSKY 1885). Ostfinnmarken (M. SARS 1861, DANIELSSEN & KOREN 1882 [232 m], NORMAN 1903 [9 bis 54 m], ÖSTERGREN 1903, s. auch NORDGAARD 1905). — Jan Mayen, 140 m (FISCHER 1886). — Westgrönland, 40—360 bis 380 m (LÜTKEN 1857, VANHÖFFEN 1897, MORTENSEN 1913, ferner DUNCAN & SLADEN 1881 [nach NORMAN]). — Ostküste von Nordamerika: Golf von St. Lawrence (WHITEAVES 1874, 1901); Bay of Fundy, Casco Bay, St. Georges Bank; Ebbegrenze (»occassionaly») — 108 m (STIMPSON 1854, VERRILL 1871, 1874 a, SMITH & HARGER 1874, ferner Fewkes 1891, CLARK 1905).

Boreale Region:

Westküste von Norwegen: Westfinnmarken und Lofotengebiet (wohl auch unter boreoarktischen Bedingungen), 35 bis 45, 50 bis 70, 54 bis 90, 30 bis 150 m (DANIELSSEN 1861, BIDENKAP 1899 a [incl. *P. squamatus*, s. ÖSTERGREN 1903], ÖSTERGREN 1903, NORDGAARD 1905, ferner M. SARS 1850, 1861, KIÆR 1906 a, [M'ANDREW &

[1] LUDWIG (1900) zitiert eine Angabe von DUNCAN & SLADEN (1881), nach der *P. fabricii* im Karischen Meer gefunden wäre. Der fragliche Fundort (österreichische Polarexpedition, MARENZELLER 1878) liegt jedoch nördlich von Novaja Semlja; die fehlerhafte Angabe ist einem Druckfehler in der Arbeit DUNCAN & SLADEN's zuzuschreiben. Vermutlich handelt es sich um *P. phantapus;* diesen Fundort habe ich jedoch nicht aufgenommen.

Barrett 1857). Trondhjemsfjord, 9—90 m (Storm 1878). Kristiansund und Molde, 55 bis 70 m (Danielssen 1859). Westland, 144 m und ohne genaue Tiefenangaben (Möbius & Bütschli 1874, Grieg 1891, 1896, 1914); nach persönlicher Mitteilung von Prof. Appellöf ist die Art stellenweise gemein von etwa 30 m bis in grössere Tiefe.

Skagerak: Kristianiafjord (M. Sars 1861); Gullmarfjord und Umgebung (Théel 1907; nach Mitteilung von Dr. Östergren von ungefähr 15 m an). Kattegatt: südlicher, gemein erst im südwestlichen Teil; Samsö Belt; Grosser Belt; 18—50 m (Möbius & Bütschli 1874, Petersen 1889, 1913, Lönnberg 1903 [Skelderviken], ferner Lütken 1871). Öresund, 16—38 bis 43 m (Strussenfelt 1765, Örsted 1844, Lönnberg 1898, Petersen 1913, ferner O. F. Müller 1789, Lütken 1857, 1871). [Ferner Düben & Koren 1846.]

Nordsee: Vor dem Eingang in den Skagerak, 110 bis 115 m (Petersen 1913). Shetland-Inseln (Norman 1862, 1869, Bell 1892 [*P. fabricii*, s. Östergren 1903]). Küste von Schottland und England bis Scarborough (Forbes 1841, Gray 1848, M'Intosh 1875, Leslie & Herdman 1881, Bell 1892, Pearcey 1902 (12,5 bis 15 m],

Fig. 46. *Psolus phantapus.*

ferner Dalyell 1851). Westküste von Schottland, 18—90 bis 200 m (Forbes 1841, Hoyle 1890, Bell 1892, Scott 1897). Nordostküste von Irland (Thompson 1840, 1844, 1856, Forbes 1841, s. auch Nichols 1903). [Ferner eine ganz unsichere Angabe von Fleming 1828: »Devon to Zetland».] Färöer (Lütken 1857). Island, Westküste (Faxe Fjord) (Hörring 1902) (Lütken 1857: »Island»).

Bathymetrische Verbreitung.

Die bathymetrische Verbreitung erstreckt sich von ungefähr 15 bis zu etwa 360 m (nur ein Fund unterhalb von 275 m) (s. oben). Über das Vorkommen im unteren Teil dieses Verbreitungsgebietes kann man gegenwärtig nur im allgemeinen sagen, dass die Art sowohl in der arktischen wie in der borealen Region (der tiefste sichere Fund in der letzteren 144 m) dann und wann bis zu 150 m Tiefe und mehr hinabsteigt; doch ist es nicht unmöglich, dass sie vorwiegend in etwas geringerer Tiefe lebt. Die obere Verbreitungsgrenze liegt an den borealen Küsten bei etwa 15 oder stellenweise vielleicht 10 m. In arktischen Gegenden ist das Tier in geringerer Tiefe als ungefähr 40 m nicht mit Sicherheit gefangen worden, doch sind die Funde so wenig zahlreich, dass man hierauf kein grösseres Gewicht legen darf.

Thermopathie und tiergeographische Stellung.

Die Verbreitung von *Psolus phantapus* innerhalb der arktischen Region ist noch sehr unvollständig bekannt. Er lebt bei Jan Mayen und ist in Ostspitzbergen gemein; sonst kennt man ihn von keiner hocharktischen Gegend, weder von Nordostgrönland noch vom nordamerikanischen Archipel (über das sibirische Eismeer s. oben). Man darf hieraus nicht den Schluss ziehen, dass die Art in diesen Gebieten fehlt; häufig kann sie jedenfalls nicht sein.

Fig. 47. *Psolus phantapus.*

An borealen Küsten lebt die Art teils unter ziemlich hoher und wenig wechselnder Temperatur (norwegische Küste in etwa 30 m Tiefe: Maximum z. B. + 10, Minimum + 5°, in grösserer Tiefe noch geringere Schwankungen), teils in im Winter sehr kaltem, im Sommer aber warmem Wasser; das letztere ist der Fall an der schwedischen Skagerakküste, im Kattegatt und in den Sunden südlich davon (Maximum etwa + 16°, Minimum + 2° oder + 3°).

In seiner ausserarktischen, teilweise auch arktischen Verbreitung zeigt *P. phantapus* — abgesehen von dem Fehlen im pazifischen Gebiet — eine schlagende Übereinstimmung mit *Solaster endeca;* der wichtigste Unterschied ist, dass dieser letztere an

den westlichen Küsten von Grossbritannien weiter südwärts verbreitet ist; ferner ist er in der Nordsee nicht, wie *P. phantapus*, an die Küste gebunden. Vor allem stimmen die beiden Arten darin überein, dass sie in der südlichen Nordsee sowie im Kanal fehlen. Auch in anderen Hinsichten finden sich einige Analogien zwischen ihnen. Vor allem gilt dies in bezug auf die Fortpflanzungszeit; auch *P. phantapus* scheint sich in der borealen Region im Frühling fortzupflanzen. Die Beobachtungen sind sehr spärlich, doch schreibt Grieg (1896) ausdrücklich, dass die Laichzeit in den April fällt; Nordgaard (1912) hat in den Aquarien der Biologischen Station zu Bergen laichende Exemplare Ende Februar und Ende März beobachtet. Wie sonst, kann ich auch in diesem Falle diese Tatsache nicht als Beweis für die Auffassung ansehen, dass die Art ursprünglich arktisch gewesen wäre.

Für diese Annahme könnte ausser der Fortpflanzungszeit die geringe Ausdehnung des borealen Verbreitungsgebietes angeführt werden. In diesem Gebiet ist die Art jedoch überall mehr oder weniger gemein. In der arktischen Region scheint sie dagegen meist nicht gerade häufig zu sein (in Westspitzbergen nur das von uns gefundene Exemplar usw.). Dies mag wohl teilweise einfach darauf beruhen, dass das Tier leicht den Fanggeräten entgeht, wenigstens in ausgesprochen hocharktischen Gegenden muss die Art wohl doch seltener als z. B. an der skandinavischen Westküste sein. Wichtiger sind die Grössenverhältnisse. Unter borealen Bedingungen wird *P. phantapus* sehr gross; mehr oder weniger kontrahierte Exemplare haben nach verschiedenen Angaben oft eine Länge von mehr als 100 mm (Strussenfelt 1765: ohne die Tentakeln 90 mm und mehr; Dalyell 1851, Bell 1892: bis 4 ½ *i.* = etwa 115 mm; Forbes 1841 schreibt sogar 6—8 *i.* [diese Angabe bezieht sich vielleicht auf ausgestreckte Exemplare, die Tentakeln mitgerechnet]; im Reichsmuseum zu Stockholm habe ich Exemplare aus Bohuslän gesehen, die in kontrahiertem Zustand 110 mm messen). In den wärmsten arktischen Gegenden, wie im südlichen Teil von Westgrönland, wird die Art vielleicht ebenso gross. Fabricius soll ein sehr grosses grönländisches Exemplar beobachtet haben (7 ⅛" mit den Tentakeln, d. h. kontrahiert wohl ungefähr 120 mm), Lütken (1857) kannte aber keine Exemplare von mehr als etwa 80 mm (mit den Tentakeln?); ein ungefähr ebenso grosses Exemplar erwähnt auch Vanhöffen (1897). Sonst finden sich in der Literatur fast keine Angaben; Michailovskij (1902) erwähnt, dass das grösste von ihm untersuchte Exemplar 65 mm lang war. Im Reichsmuseum zu Stockholm finden sich zahlreiche Exemplare aus Spitzbergen und Grönland; sie haben ohne die Tentakeln eine Länge von höchstens etwa 40 mm.

Wenn die bisherigen Beobachtungen nicht ganz irreführend sind, scheint es also berechtigt, anzunehmen, dass *P. phantapus* unter rein arktischen Bedingungen bedeutend kleiner als an den borealen Küsten bleibt und wenigstens in hocharktischen Gegenden spärlicher vorkommt. Hieraus folgt gar nicht, dass die Art sich dem Leben unter arktischen Bedingungen sekundär angepasst habe; die entgegengesetzte Eventualität, sie sei ursprünglich arktisch gewesen, ist aber sehr unwahrscheinlich.

Allgemeiner Teil.

Die Verbreitung der Echinodermen im Eisfjord.

Artanzahl und Häufigkeit.

30 Echinodermenarten sind mit Sicherheit aus dem Eisfjord bekannt; dazu kommt vielleicht noch eine Art, deren Vorkommen ich jedoch nicht als sichergestellt betrachten kann (*Gorgonocephalus eucnemis*, s. oben S. 132).[1] Da so viele frühere Expeditionen im Eisfjord gedredgt haben, ist es nicht verwunderlich, dass die meisten dieser Arten schon früher aus dem Fjord bekannt waren; vier Species sind jedoch erst von uns dort gefunden worden (*Solaster endeca*, *Pteraster obscurus*, *Cucumaria frondosa*, *Psolus phantapus*).

Alle nicht allzu selten im Eisfjord vorkommenden Arten sind gewiss von uns dort gefunden worden, doch wage ich keineswegs zu behaupten, dass wir alle dort lebenden Arten nachgewiesen haben. Ausser *Gorgonocephalus eucnemis* sind es 5 oder 6 Arten, deren Vorkommen nicht gerade unerwartet wäre: *Solaster syrtensis* (arktisch), *Molpadia borealis* (arktisch), *Pteraster pulvillus* (arktisch-boreal), *Pedicellaster typicus* (incl. *palaeocrystallus*) (arktisch-boreal), *Phyllophorus pellucidus* und (incl.?) *drummondii* (arktisch-boreal). Auch ist es nicht ganz ausgeschlossen, dass einzelne hocharktische Arten vereinzelt in den kältesten Teilen des Fjords zu finden sind.

Alle bisher im Eisfjord nachgewiesenen Echinodermen sind wahrscheinlich konstante Mitglieder der Eisfjordfauna; einige zufällige Gäste, wie sich deren in anderen Tiergruppen finden (wenigstens unter den Fischen), sind unter ihnen nicht vorhanden. Unter den seltensten Arten gibt es jedoch einzelne, die ihre Hauptverbreitung auf den offenen Küstenbänken haben und nur vereinzelt im Eisfjord auftreten; solche Tiere sind *Pteraster obscurus* (1 Fund) und *Pontaster tenuispinus* (von uns zweimal, früher zweimal gefunden). Es ist ja denkbar, dass sich in diesen Fällen der schwache Eisfjordbestand von aussen her rekrutiert; wenn diese Tiere — was man allerdings keine Ursache hat anzunehmen — sich nicht im Eisfjord fortpflanzen, so gehören sie natürlich nicht zur Fauna des Fjordes im strengen Verstande.

Ebenso selten sind *Solaster endeca*, *Psolus phantapus*, *Cucumaria frondosa* (je ein Fund) und *Chirodota laevis* (2 Funde). In den drei letzteren Fällen beruht die Seltenheit

[1] Die Angabe über das Vorkommen noch einer Art, *Ophiocoma nigra*, ist mit Sicherheit unrichtig; s. oben S. 111.

auf dem spärlichen Vorkommen von geeignetem Boden (teilweise auch von strömendem Wasser), und es ist wohl nicht unmöglich, dass wenigstens *Chiodota laevis* an geeigneten Stellen nicht so ganz selten ist. Warum *Solaster endeca* so selten ist, kann nicht entschieden werden; vielleicht ist er nicht viel seltener als in den meisten Gegenden, doch ist es möglich, dass er nur in den äusseren Teilen des Fjords vorkommt (vgl. näher oben S. 38).

Andere Arten sind nicht ganz so vereinzelt, aber doch nur wenige mal im Eisfjord gefunden worden: *Asterias hyperborea* (von uns 1 Fund [4 Ex.], früher 2 Funde), *Poraniomorpha tumida* (2, früher 2 Funde), *Pteraster militaris* (1, früher 3 Funde), *Henricia sanguinolenta* (3 Funde, früher 1 Fund), *Lophaster furcifer* (3, früher 2 Funde). Die geringe Anzahl der Funde beruht entweder darauf, dass die Tiere harten Boden bevorzugen, oder darauf, dass sie stets vereinzelt leben; *Poraniomorpha tumida* ist vielleicht eigentlich nicht so selten, aber auf die kältesten Teile des Fjords beschränkt.

Nicht selten, aber doch entschieden weniger gemein als die später zu erwähnenden häufigsten Echinodermen des Eisfjords sind folgende Arten: *Amphiura sundevalli* (1, früher 6 Funde), *Asterias groenlandica* (3, früher 6 Funde), *Solaster papposus* (3, früher 16 Funde), *Ophiura robusta* (4, früher 7 Funde), *Gorgonocephalus agassizi* (5, früher 3 Funde), *Eupyrgus scaber* (6, früher 2 Funde), *Asterias panopla* (6, früher 4 Funde), *Ophiura nodosa* (7, früher 10 Funde). Die verhältnismässig geringe Anzahl der Funde steht teilweise damit in Zusammenhang, dass die Tiere ziemlich vereinzelt leben, teils damit, dass sie nur auf hartem Grund (*Asterias groenlandica*) oder nur in gewissen Tiefen (*Gorgonocephalus agassizi*, *Asterias panopla*) vorkommen. Auch bei Berücksichtigung dieser Umstände sind diese Arten jedoch weniger gemein als die folgenden.

Die übrigen Arten können alle sehr gemein genannt werden. *Ophioscolex glacialis*, *Ophiopholis aculeata*, *Ophiura sarsii* und *Heliometra eschrichtii* wurden von uns 14—17 mal gefunden. Die Anzahl der Fundorte wird teilweise durch besondere Umstände beeinträchtigt; *Ophiopholis aculeata* meidet reinen Schlammboden, *Ophioscolex glacialis* und in geringerem Grade die beiden übrigen haben eine beschränkte Vertikalverbreitung (*Heliometra eschrichtii* nur im äussersten Teil des Fjordes). Innerhalb der von ihnen bewohnten Gebiete sind diese Arten oder eher die drei erstgenannten daher eigentlich fast ebenso gemein wie die folgenden. In diesem Zusammenhang ist auch *Stichaster albulus* zu erwähnen; diese Art wurde zwar von uns nur 8 mal gefunden, sie ist aber eine reine Steinart, und an Steingrund offenbar gemein.

Die noch nicht erwähnten Echinodermen gehören zu den allerhäufigsten Tieren des Eisfjords. Es handelt sich um folgende 6 Arten: *Ctenodiscus crispatus* (24 Funde [die früheren Funde berücksichtige ich hier nicht]), *Asterias linckii* (26 Funde), *Myriotrochus rinkii* (29 Funde), *Ophiacantha bidentata* (33 Funde), *Strongylocentrotus droebachiensis* (46 Funde), *Ophiocten sericeum* (67 Funde). Die drei letztgenannten Arten sind im ganzen Eisfjord universell verbreitet; *Ophiocten sericeum* ist ja entschieden die häufigste — die Anzahl der Fundorte ist in der Tat erstaunlich gross — dies ist jedoch hauptsächlich die Folge davon, dass diese Ophiuride eine Schlammart ist und auch in geringer Tiefe lebt; *Strongylocentrotus droebachiensis* ist auf reinem Schlammgrund selten; *Ophiacantha bidentata* lebt vorwiegend unterhalb von 50 m. *Asterias linckii* lebt nur in der inneren Hälfte des Fjords, ist aber dort fast ebenso gemein wie die obigen Arten.

Auch *Myriotrochus rinkii* und besonders *Ctenodiscus crispatus* sind in den von ihnen bewohnten Gebieten nicht viel seltener als jene; in der Fjordtiefe ist *C. crispatus* sogar nächst *Ophiacantha bidentata* die häufigste Art.

Die Individuenzahl, in der die Echinodermen im Eisfjord leben, hängt mit der Häufigkeit zusammen. Die seltenen — oder selten beobachteten — Arten kommen nur vereinzelt vor; *Pteraster obscurus, Solaster endeca, Psolus phantapus, Chirodota laevis, Pontaster tenuispinus* und *Cucumaria frondosa* sind nur in vereinzelten oder 2 Exemplaren gefunden worden. Von den nicht so seltenen Arten erhielten wir *Poraniomorpha tumida, Lophaster furcifer* und *Solaster papposus* nur in vereinzelten, *Pteraster militaris* in 2 Exemplaren. Die meisten dieser Arten leben überall mehr oder weniger vereinzelt; *Pontaster tenuispinus, Cucumaria frondosa* (bisweilen wohl auch *Psolus phantapus*) und *Chirodota laevis* können jedoch in grösserer Menge auftreten (die letztgenannte Art dürfte auch im Eisfjord an geeigneten Lokalitäten in grösserer Individuenzahl anzutreffen sein).

In grösserer Individuenzahl, aber doch nicht in grossen Scharen findet man folgende Arten: *Heliometra eschrichtii, Asterias panopla, A. hyperborea, A. groenlandica* (von uns in höchstens 2 Exemplaren angetroffen), *Henricia sanguinolenta, Stichaster albulus* (einmal in 19 Exemplaren gefunden und wohl oft in ziemlich grosser Zahl vorhanden), *Ophiura nodosa, O. robusta, Amphiura sundevalli, Gorgonocephalus agassizi, Eupyrgus scaber*. In etwas grösserer Anzahl tritt *Asterias linckii* auf (von uns 5 mal in 17—31 Exemplaren gefangen). Einige dieser Arten, wenigstens *Heliometra eschrichtii, Ophiura nodosa, O. robusta* und *Amphiura sundevalli*, können in andern Gegenden in grösserer Menge auftreten, mit Ausnahme der erstgenannten scheinen sie jedoch in der Regel nicht in so grossen Massen zu leben wie die folgenden.

Die übrigen Arten leben im Eisfjord in grossen und mehr oder weniger dichten Scharen. *Ophiura sarsii, Ophiopholis aculeata, Ophioscolex glacialis* und *Myriotrochus rinkii* leben noch nicht so dicht zusammen, dass nicht die Ausbeute jeder Dredgung ohne Schwierigkeit gezählt werden kann; wir fanden von diesen Arten höchstens 100 bis etwas mehr als 200 Exemplare in einer Dredgung; *Ophiopholis aculeata* lebt jedoch an hartem Grund, wo man auch von der häufigsten Art keine so grosse Mengen wie an Schlammgrund fangen kann, und dürfte in der Tat in sehr grossen Massen leben. *Ctenodiscus crispatus* wurde einmal in 400, sonst nicht in mehr als 185 Exemplaren gedredgt und unterscheidet sich demnach kaum von den vorigen Arten. *Strongylocentrotus droebachiensis* dagegen lebt zweifellos oft in noch grösseren oder dichteren Scharen; von dieser Art erbeuteten wir mehrmals 100—450, zweimal noch zahlreichere, vielleicht gegen 1000 Exemplare. Von *Ophiacantha bidentata* und *Ophiocten sericeum* fanden wir an je einer Stelle ein paar Tausend Exemplare, an mehreren Stellen einige oder mehrere hunderte. Die letztere Art muss nach unseren Beobachtungen als die von allen Gesichtspunkten aus gemeinste Echinodermenart des Eisfjords bezeichnet werden (67 Fundorte, zusammen mehr als 10000 Exemplare); in der Fjordtiefe wurde sie zwar nicht so oft wie *Ophiacantha bidentata* gefangen; doch ist es möglich, dass sie dort ebenso gemein ist, aber wegen der Lebensweise weniger leicht gefangen wird.

Die meisten harten Boden bevorzugenden Arten leben, wie man aus dem Obigen ersieht, im Eisfjord entweder vereinzelt oder (besonders *Stichaster albulus*) in etwas

grösserer Individuenzahl, aber nicht in grossen Massen; *Ophiopholis aculeata* und *Strongylocentrotus droebachiensis* — der weniger deutlich an harten Grund gebunden ist — treten in sehr grosser Menge auf. Die mehr oder weniger typischen Schlammarten leben vereinzelt, in grösserer Individuenzahl oder in ungeheuren Massen.

Einwirkung der Bodenbeschaffenheit.

Im Eisfjord überwiegt der Schlammboden. In den tieferen Teilen ist der Schlamm fast alleinherrschend; in geringerer Tiefe ist Schlammgrund sehr weit verbreitet, doch findet man hier grosse Partien mit härterem Boden. Der Schlamm ist zum grössten Teil von loser Konsistenz; er ist oft fast frei von gröberen Beimischungen, oft aber auch mit Steinen, Kies oder Sand gemischt. Der harte Grund besteht in geringer Tiefe aus mit Braunalgen bewachsenen Steinen oder Geröll; in grösserer Tiefe, wo solcher Grund immer seltener wird, besteht er bisweilen nur aus Steinen, meist aus von Lithothamnien — in der Regel wenigstens teilweise strauchförmig — bekleideten Steinen oder von *Balanus porcatus*-Kolonien, auf Schalen und Steinen wachsend. — Reinen Sandboden fanden wir im Eisfjord nirgends.

Wenn man nun zwischen Schlamm- und Steintieren unterscheidet, so muss man sich erinnern, dass an dem aus Schlamm und hartem Material gemischten Boden sowohl diese wie jene vorkommen können. Vor allem gilt dies von den Schlammarten, weil der gemischte Grund oft grössenteils aus Schlamm besteht.

Von den Eisfjordarten leben folgende 5 oder 6 in der Regel auf hartem Boden: *Stichaster albulus*, *Asterias groenlandica* (vielleicht auch *Asterias hyperborea*, diese Art soll jedoch anderswo mehrmals an reinem Schlammboden gefunden worden sein), *Ophiopholis aculeata*, *Cucumaria frondosa*, *Psolus phantapus*. — Die meisten dieser Arten sind im Eisfjord selten, zweifellos zum grossen Teil wegen der geringen Ausbreitung harten Bodens oder richtiger solchen Bodens von geeigneter Beschaffenheit; in bezug auf die Holothurien kommt auch der Mangel an Strom hinzu; in andern Fällen werden die Tiere wegen der ziemlich vereinzelten Lebensweise nicht so oft gefunden. Gemeiner sind *Stichaster albulus* und vor allem *Ophiopholis aculeata* (die letztere ausnahmsweise auf Schlammboden). Beide sind besonders auf *Lithothamnion*-Boden, ferner in den *Balanus porcatus*-Gemeinschaften häufig, und die letztere tritt oft in grossen Mengen auf. Sonst ist über die Aufenthaltsorte der einzelnen Arten nur wenig zu bemerken, weil sie so vereinzelt zu finden sind. Der Laminarien-Steingrund ist auffallend arm an Echinodermen; wir fanden an solchem Boden insgesamt nur ein Exemplar von *Stichaster albulus* und ein Exemplar von *Asterias groenlandica*. Unter den Fucoideen in ganz seichtem Wasser fehlten Echinodermen ganz.

Reine Schlammarten sind unter den Eisfjordechinodermen folgende 9: *Ctenodiscus crispatus*, *Pontaster tenuispinus*, *Pteraster obscurus*, *Asterias linckii*, *Ophiura sarsii*, *Ophiocten sericeum*, *Ophioscolex glacialis*, *Myriotrochus rinkii*, *Eupyrgus scaber*. Ihnen schliessen sich an *Asterias panopla* (in der Regel auf Schlammboden, doch wohl keine reine Schlammart), *Gorgonocephalus agassizi* (wenigstens im Eisfjord Schlammart) und die hauptsächlich an Schlammboden lebende *Ophiura nodosa*. Alle diese Arten leben teils an reinem Schlammboden, teils auch an mit Steinen, Kies oder Sand gemisch-

tem Schlamm (*Pontaster tenuispinus* ist vielleicht sogar am gemeinsten an verhältnismässig festem, sandgemischtem Schlammboden). Nach den Angaben früherer Autoren treten diese Arten in andern Gegenden auch an reinem Sandboden auf (nur für *Gorgonocephalus agassizi* finden sich keine solche Angaben); einige, wenigstens *Asterias panopla*, *Pteraster obscurus* und *Ophiura nodosa*, sind augenscheinlich an solchem Grund ganz gemein, die meisten scheinen aber vorwiegend an solchem Boden angetroffen zu werden, wo Schlamm ein wichtiger Bestandteil ist; wenigstens *Ctenodiscus crispatus* und *Ophioscolex glacialis* dürften nur ausnahmsweise an Sandboden vorkommen.

Als eine Sandart kann *Chirodota laevis* bezeichnet werden. Diese Holothurie wird oft als auf Schlammboden lebend angegeben, und sie dürfte wohl an solchem Grund vorkommen können; vorwiegend lebt sie jedoch zweifellos in Sand oder in mit Sand gemischtem Schlamm. Eine Folge davon ist, dass sie im Eisfjord selten anzutreffen ist.

Die übrigen Arten sind an keinen besonderen Grund gebunden; sie können sowohl an steinigem, wie an sandigem, schlammigem und gemischtem Grund leben. Ganz unabhängig von der Beschaffenheit des Grundes ist wohl jedoch kaum eine einzige Art; die meisten bevorzugen mehr oder weniger bestimmt die eine oder andere Bodenart und nähern sich dadurch teils den Stein-, teils den Schlammtieren.

Einige Arten bevorzugen harten und gemischten Boden. Solche sind *Strongylocentrotus droebachiensis*, *Ophiura robusta* und *Henricia sanguinolenta*, welche fast nur ausnahmsweise an reinem losen Schlammgrund angetroffen werden, wohl auch *Pteraster militaris*. *Solaster papposus* ist entschieden gemeiner an mehr oder weniger hartem, am gemeinsten vielleicht an gemischtem und sandigem Boden. *Solaster endeca* scheint sich besonders auf gemischtem Grund aufzuhalten.

Andere Arten bevorzugen mehr oder weniger deutlich losen oder gemischten Boden. Solche sind wahrscheinlich *Lophaster furcifer* und *Amphiura sundevalli*. Auch *Heliometra eschrichtii* ist wohl gemeiner an Schlamm- als an reinem Steingrund, andererseits aber vielleicht seltener an reinem Schlamm als an verschiedenen Arten von gemischtem Boden. Nach unseren Beobachtungen gehört auch *Ophiacantha bidentata* entschieden hieher; im Eisfjord ist diese Art sogar ein reiner Schlammbewohner. *Poraniomorpha tumida* ist im Eisfjord ausschliesslich auf reinem oder mit Steinen gemischtem Schlammgrund gefunden worden; ob er solchen Boden bevorzugt, kann jedoch gegenwärtig nicht entschieden werden.

Einwirkung der Tiefe: Bathymetrische Verbreitung der Echinodermen im Eisfjord.

Die vertikale Verbreitung der einzelnen Arten im Eisfjord habe ich im Speziellen Teil ausführlich erörtert. Die gewonnenen Ergebnisse werden durch die untenstehende graphische Darstellung veranschaulicht. Ein solches Schema kann natürlich nur den Hauptzügen der Vertikalverbreitung einen ziemlich summarischen Ausdruck geben; alle Abstufungen zwischen häufigem und sehr seltenem Vorkommen können unmöglich ausgedrückt werden. Ich habe nur vier Bezeichnungsweisen angewandt, und auch zwischen ihnen musste die Wahl bisweilen ziemlich willkürlich sein. Die gebrochenen Linien bezeichnen mehr oder weniger seltenes bis ganz sporadisches Vorkommen.

Wenn man trotz der Übergangsformen und unsicheren Tatsachen eine übersichtliche Einteilung versuchen will und dabei zunächst die Verbreitung in den grösseren,

Fig. 48. Bathymetrische Verbreitung der Echinodermen im Eisfjord (Schema).

nicht im Eisfjord vorkommenden Meerestiefen ausser Betracht lässt, so erhält man etwa die folgenden Gruppen. Was die Nomenklatur betrifft, nehme ich die von N. Odhner in seiner Arbeit über die Molluskenfauna des Eisfjords gebrauchten Ausdrücke eurybath und stenobath[1] auf. Natürlich bedeutet das letztere Wort nicht, dass ein

[1] In einer während des Druckes erschienenen Arbeit von S. Ekman (Die Bodenfauna des Vättern. Int. Rev. Hydrobiol. Hydrogr. Bd. 7, 1915) sehe ich, dass F. Dahl schon 1894 (Über die horizontale und vertikale Verbreitung der Copepoden im Ozean, Verh. deutsch. zool. Ges. 1894) diese Ausdrücke vorgeschlagen hat.

so bezeichnetes Tier direkt von der Tiefe abhängig ist — wie ein stenothermes Tier von der Temperatur abhängig ist — wenn aber die Faktoren, welche eine gewisse Vertikalverbreitung hervorrufen, immer in gewisser Tiefe auftreten, erscheint der Gebrauch eines solchen Ausdruckes berechtigt (vgl. auch unten S. 194).

1. Seichtwasserarten. Unter dieser wagen Bezeichnung — Ausdrücke wie litoral usw. werde ich in der Regel erst in einer späteren Arbeit über die ganze Eisfjordfauna gebrauchen — fasse ich alle Arten zusammen, die ausschliesslich oder überwiegend in den seichteren Teilen des Fjords leben, in der Uferzone und den Fjordabhängen entlang bis zu einer Tiefe von 50 oder 100 m. Hieher gehören folgende Arten:

Asterias groenlandica: Im Eisfjord 5—45 m, sonst bis 150 m, die typische *groenlandica* jedoch vielleicht vorwiegend in seichtem Wasser. *Asterias hyperborea:* Im Eisfjord wenige Funde bis in 102 m Tiefe, sonst 7—150 m, doch nur ein Fund unterhalb von etwa 100 m. *Ophiura nodosa:* Im Eisfjord 2—etwa 60 m; sonst bis zu nahe 200 m hinabsteigend, überall jedoch hauptsächlich oberhalb von 60 oder 70 m. *Chirodota laevis:* Im Eisfjord 15—55 m, sonst zufälligerweise bis in mehr als 200 m, in der Regel Ufer—etwa 50 m. *Cucumaria frondosa:* Im Eisfjord nur ein Fund zwischen 14 und 44 m, in allen Gegenden 0—165 m (nur ganz ausnahmsweise noch etwas tiefer), am gemeinsten im oberen Teil dieser Zone.

Hieher stelle ich auch zwei auch in grösseren Tiefen gefundene Arten. *Stichaster albulus:* Im Eisfjord 5—110 m, in der Regel nur bis 50 oder 60 m; in andern Gegenden steigt diese Art bis zu 450 m und mehr hinab, da sie aber überall am gemeinsten oberhalb von 100 m oder vielleicht weniger zu sein scheint, dürfte sie am besten zu den Seichtwasserarten zu rechnen sein. Eine noch weniger typische Seichtwasserart ist vielleicht *Psolus phantapus:* Im Eisfjord nur an einer Stelle in mehr als 230 m Tiefe gefangen, sonst von 10 oder 15 bis zu 360 m verbreitet (in arktischen Gegenden nicht oberhalb von 40 m gefunden), vielleicht jedoch hauptsächlich im oberen Teil dieser Zone.

2. Im Eisfjord Seichtwasserarten, sonst wenigstens etwas eurybather. *Asterias linckii* und *Myriotrochus rinkii* sind im Eisfjord von 5 bzw. 2 bis in etwa 150 m Tiefe verbreitet (die erstere Art einmal in 190 m Tiefe gefunden). In andern Gegenden steigen sie tiefer hinab, doch ist der Unterschied gegenüber dem Eisfjord nicht sehr bedeutend (bis etwa 300 m, Näheres s. im Speziellen Teil), und diese Arten sind demnach in ihrer allgemeinen Verbreitung nicht typisch eurybath, sondern stehen auf der Grenze zwischen der vorigen Gruppe und den tiefer hinabsteigenden Arten. Die Ursache, dass diese Arten im Eisfjord wirkliche Seichtwasserarten sind — obgleich etwas tiefer als die reinen Seichtwasserarten hinabsteigend — ist darin zu suchen, dass sie das atlantische, verhältnismässig warme Wasser der Fjordstammtiefe meiden. *Poraniomorpha tumida* ist im Gegensatz zu den vorigen eine in den meisten arktischen Gegenden ausgesprochen eurybathe Art, von etwa 20 bis 1200 m lebend. Die Funde im Eisfjord sind wenig zahlreich, doch ist es sehr wahrscheinlich, dass die Art in der Fjordtiefe fehlt, und zwar aus demselben Grunde, wie die beiden letztgenannten Arten. Ich nenne sie deshalb hier, obgleich sie im Eisfjord nur unterhalb von etwa 120 m und von dort bis in 190 m Tiefe gefunden worden ist. In diesem Zusammenhang dürfte auch *Asterias panopla* zu erwähnen sein (im Eisfjord jedoch nicht in geringerer Tiefe als 50 m gefunden).

Wenn sie, wie es wahrscheinlich ist, in der grössten Fjordtiefe fehlt, so ist die Ursache dieselbe wie bei den vorigen Arten. *A. panopla* ist jedoch im Eisfjord bis in 260 m Tiefe gefunden worden und nähert sich daher den auch dort eurybathen Arten.

Ebenso tief, aber wie es scheint nicht tiefer, findet man im Eisfjord *Ophiopholis aculeata*, und auch diese Art nimmt daher eigentlich eine Zwischenstellung zwischen dieser Gruppe und den auch im Eisfjord eurybathen Tieren ein; die untere Grenze fällt ja mit der unteren Grenze von *Ophiura robusta* und *Amphiura sundevalli* zusammen, die ich unten als eine Übergangsgruppe zwischen den eurybathen und den Seichtwasserarten aufgeführt habe. *O. aculeata*, die im Eisfjord schon bei etwa 150 m seltener wird, steigt im Gegensatz zu den beiden letzterwähnten Arten in andern Gegenden bis in viel grössere Tiefen hinab. Die Ursache der beschränkten Vertikalverbreitung im Eisfjord ist eine ganz andere als für die früher besprochenen Arten dieser Gruppe; sie hat nichts mit den Temperaturverhältnissen zu tun, sondern beruht lediglich auf dem Mangel an hartem Boden in der Fjordtiefe. *Henricia sanguinolenta* ist bisher im Eisfjord nur in noch geringerer Tiefe beobachtet worden, nämlich zwischen 20 oder 25 und 100 m oder etwas mehr; sie steigt in andern Gegenden bis in mehr als 1000 m Tiefe hinab. Wenn die Vertikalverbreitung im Eisfjord so beschränkt ist, so muss die Ursache dieselbe sein wie für *Ophiopholis aculeata*.

3. Tiefenarten. Als Tiefenarten — dieses Wort natürlich nicht gleichbedeutend mit abyssalen Arten, sondern in einem ganz allgemeinen Sinn gebraucht, hier einfach auf die grösseren Tiefen des Fjords beschränkt — können mehrere der Eisfjordechinodermen bezeichnet werden, obgleich keiner eine in jeder Beziehung typische Tiefenart ist (sie steigen nämlich entweder in geringere Tiefe hinauf oder sie sind nicht aus der grössten Fjordtiefe bekannt).

Die am meisten ausgeprägte Tiefenart ist wohl *Gorgonocephalus agassizi*, im Eisfjord erst unterhalb von 100 bis 120 m gefangen und in den meisten andern Gegenden in der Regel nicht in viel seichterem Wasser lebend. Diese Art steigt bis in mehr als 1000 m hinab, ist aber im Eisfjord nicht tiefer als bei 260 m gefunden; es ist nicht unwahrscheinlich, dass sie wirklich die grösseren Tiefen meidet, und zwar wegen der hohen Wassertemperatur. In diesem Falle steht sie ja ökologisch *Asterias linckii*, *Myriotrochus rinkii* und *Poraniomorpha tumida* nahe (vielleicht besonders der letzteren Art), obgleich sie wegen der überall tief gelegenen oberen Verbreitungsgrenze in diesem Zusammenhang zu einer anderen Gruppe gestellt werden muss.

Etwas höher hinaufsteigende Tiefenarten sind *Pontaster tenuispinus* und *Pteraster obscurus*, welche in allen Gegenden nur ausnahmsweise oberhalb von 70 oder 60 m vorkommen; im Eisfjord ist die erstere nur einige mal zwischen 175 und 225 m, die letztere nur in etwa 80 m Tiefe gefangen worden, beide sind jedoch überhaupt äusserst selten im Fjord und werden wohl vereinzelt bis in die grösste Tiefe anzutreffen sein. Noch etwas höher, nämlich bis etwa 50 m, steigt *Ophioscolex glacialis* hinauf; zwischen 50 und 70 m ist diese Art jedoch seltener als weiter unten; in der Fjordtiefe ist sie im Gegensatz zu den vorigen gemein (obgleich nicht in der grössten Tiefe gefunden). Dieser Art schliesst sich *Ctenodiscus crispatus* an, in der grossen Fjordtiefe einer der häufigsten Echinodermen; er ist sogar bis zu 25 m hinauf gefunden worden, findet sich jedoch nur ganz ausnahms-

weise oberhalb von 50 m und ist noch bis in mehr als 100 m Tiefe nicht ganz so gemein wie weiter unten.

Ich bin oben, mit einer typischen Tiefenart anfangend, allmählich zu Arten gelangen, die sich mehr und mehr den eurybathen Arten nähern; *Ctenodiscus crispatus* steht ja deutlich auf der Grenze zu diesen. Eine solche Zwischenstellung — in gewisser Beziehung mehr, in anderer weniger ausgesprochen — nimmt auch *Ophiura sarsii* ein; diese Art ist sogar in 16 m Tiefe gefunden worden, findet sich aber sowohl im Eisfjord wie anderswo nur ausnahmsweise oberhalb von etwa 35 m und wird wirklich gemein erst in noch grösserer Tiefe (Eisfjord etwa 130 m, in andern Gegenden vielleicht etwa 70 m). Hier dürfte vielleicht auch *Lophaster furcifer* zu erwähnen sein; diese Art scheint überall nur ausnahmsweise oberhalb von 40 m zu leben und ist möglicherweise am häufigsten erst von grösserer Tiefe an (im Eisfjord nur wenige Funde zwischen etwa 45 und 200 m).

Schliesslich gibt es einige in ihrer allgemeinen Verbreitung eurybathe, im Eisfjord nur in bedeutender Tiefe beobachtete Arten. Einige dieser Tiere sind so selten, dass es wahrscheinlich nur ein Zufall ist, dass sie bisher bloss in der Tiefe gefunden worden sind; sie sind also auch im Eisfjord eurybath (*Solaster endeca*, s. unten) oder sogar hauptsächlich Seichtwassertiere (*Psolus phantapus*, schon oben besprochen). Auch *Poraniomorpha tumida* ist bisher nur in ziemlicher Tiefe (120—190 m) gefunden worden, dürfte aber wenigstens bis zu 40 m hinaufsteigen und ist, da sie wahrscheinlich in der Fjordtiefe fehlt, unter den Seichtwasserarten erwähnt worden. Ob *Eupyrgus scaber*, der im Eisfjord nicht oberhalb von 90 m gefunden worden ist, dort eurybath oder aus unbekanntem Grunde eine Tiefenart ist, muss unentschieden bleiben.

4. Eurybathe Arten. Die am meisten ausgeprägten eurybathen Arten sind, wenn man zunächst von der Verbreitung in noch grösseren Tiefen als den im Eisfjord vorkommenden absieht, *Strongylocentrotus droebachiensis* und *Ophiocten sericeum*. Die erstere Art lebt von 5 m bis in die grösste Fjordtiefe; in der unteren Hälfte des Fjords ist sie nicht ganz so gemein wie in geringerer Tiefe, zweifellos grösstenteils nur wegen der weniger günstigen Bodenbeschaffenheit. *Ophiocten sericeum* lebt von etwa 7 m bis in die grösste Tiefe, weniger gemein oberhalb von 15 und (nur im Eisfjord) unterhalb von etwa 240 m. Typisch eurybath ist auch *Solaster papposus*, im Eisfjord nicht oberhalb von 25 m gefunden, sonst höher hinaufsteigend, aber in mehreren arktischen Gegenden hauptsächlich unterhalb der erwähnten Grenze lebend. *Heliometra eschrichtii* lebt von ungefähr 30 m (nur ausnahmsweise weniger) bis in grosse Tiefe; wenn sie in der grössten Tiefe des Eisfjords fehlt, nimmt sie eine Zwischenstellung zwischen den überall eurybathen Arten und der obigen Gruppe 2 ein. Ungefähr dasselbe gilt von *Pteraster militaris* (im Eisfjord 20 oder 25—150 oder 175 m), der jedoch überall oberhalb von 35 bis 40 m seltener zu sein scheint und sich also gleichzeitig den Tiefenarten nähert. Zu den auch im Eisfjord eurybathen, aber in der Regel nicht in geringerer Tiefe als 20 bis 30 m lebenden Arten gehört wahrscheinlich auch, wie ich oben bemerkt habe, *Solaster endeca* (und vielleicht *Eupyrgus scaber*).

Unter den eurybathen Arten muss zuletzt *Ophiacantha bidentata* erwähnt werden. Sie lebt von etwa 30 m bis in die grösste Fjordtiefe, ist aber seltener oberhalb von etwa 50 m und nähert sich daher den weniger ausgeprägten Tiefenarten (besonders *Cteno-*

discus crispatus). Von besonderem Interesse ist, dass diese Art im Gegensatz zu den zuletzt besprochenen nicht überall oberhalb von etwa 25 m fehlt, sondern in hocharktischen Gegenden bis nahe ans Ufer hinaufsteigt; man sieht daraus, dass sie wohl doch am nächsten mit den eurybathen Arten zusammenhängt.

Die oben unterschiedenen Gruppen sind, wie man leicht findet, keineswegs scharf gegen einander abgegrenzt. Die Grenze zwischen den Tiefen- und den eurybathen Arten ist sogar ganz willkürlich; *Ophiacantha bidentata*, *Lophaster furcifer*, *Ophiura sarsii* und *Ctenodiscus crispatus* könnten mit fast ebensogutem Recht zu der einen wie zur andern Gruppe gerechnet werden, zeigen aber so innige Beziehungen zu andern Arten, dass sie unmöglich als eine besondere Übergangsgruppe unterschieden werden können. Ferner nähern sich im Eisfjord von den eurybathen Arten *Strongylocentrotus droebachiensis* und *Ophiocten sericeum*, vielleicht auch *Heliometra eschrichtii*, den Seichtwasserarten usw. Die noch nicht besprochenen Arten können überhaupt zu keiner der obigen Gruppen gerechnet werden.

5. *Ophiura robusta* und *Amphiura sundevalli* nehmen eine Zwischenstellung zwischen den eurybathen und den Seichtwasserarten ein. Im Eisfjord sind sie nach den bisherigen Beobachtungen bis zu 260 m verbreitet; in andern Gegenden können sie bis zu etwa 400 m hinabsteigen, sind aber überall gemeiner oberhalb von 300 m oder etwas weniger. In bezug auf die obere Grenze gehört *O. robusta* zu den bis nahe ans Ufer, *A. sundevalli* zu den in der Regel nicht oberhalb von 20 m aufsteigenden Arten.

*

Wenn man alle Grenzlinien berücksichtigt, wo mehrere Arten aufhören oder beginnen, kann man nach der Verbreitung der Echinodermen im Eisfjord folgende Vertikalzonen unterscheiden:

1. 0—5 m: Sehr spärliche Echinodermen. Oberhalb von 2 m fanden wir kein einziges Individuum; doch ist es nicht unmöglich, dass die eine oder andere der oberhalb von 5 m lebenden Arten und vielleicht eine oder zwei andere (z. B. *Chirodota laevis*) stellenweise schon in der Ebbegrenze anzutreffen sind. Von ungefähr 2 m an fanden wir zwei Arten: *Ophiura nodosa* und *Myriotrochus rinkii*. Wahrscheinlich werden wohl einige der nur bis zu 5 m hinauf beobachteten Arten bis in diese Zone hinaufsteigen können; *Stichaster albulus* ist von einer älteren schwedischen Expedition in 2 Faden, d. h. in höchstens 4 m Tiefe gedredgt worden.

2. 5—etwa 25 m. In 5 m Tiefe oder unbedeutend mehr fanden wir ausser den drei oben genannten 5 weitere Arten: *Asterias groenlandica*, *Asterias linckii*, *Strongylocentrotus droebachiensis*, *Ophiura robusta*, *Ophiocten sericeum*. In etwas grösserer Tiefe (15 m) fanden wir — abgesehen von einem ziemlich zufälligen Fund von *Ophiura sarsii* — 2 Arten: *Chirodota laevis* (wohl auch höher hinaufsteigend) und *Ophiopholis aculeata*. Hierzu kommen wahrscheinlich die von uns irgendwo zwischen 14 und 44 m gefundenen Arten *Asterias hyperborea* und *Cucumaria frondosa*.

3. 25—50 oder 60 m. In dieser Zone leben noch alle in geringerer Tiefe vorkommenden Arten. Bei etwa 25 m beginnen ausserdem mehrere neue Arten: *Heliometra eschrichtii*, *Ctenodiscus crispatus*, *Henricia sanguinolenta*, *Pteraster militaris*, *Solaster*

papposus, Amphiura sundevalli, Ophiacantha bidentata. Ein wenig tiefer lebt *Ophiura sarsii* (zufälligerweise sogar oberhalb von 25 m, s. oben). Hierzu kommen die oben erwähnten Arten *Asterias hyperborea* und *Cucumaria frondosa.* Vielleicht kommt hierzu der seltene, nur in der Tiefe gefundene *Solaster endeca.*

4. 50 oder 60—etwas mehr als 100 m. Bei ungefähr 50 m oder etwas mehr hören nach den bisherigen Beobachtungen 4 der oben erwähnten Arten auf: *Asterias groenlandica, Ophiura nodosa, Chirodota laevis, Cucumaria frondosa;* es ist nicht unwahrscheinlich, dass sie etwas tiefer auftreten können, doch liegt zweifellos die Hauptverbreitung oberhalb der erwähnten Grenze. Ungefähr hier wird ferner *Stichaster albulus* seltener. Andererseits beginnen gleichzeitig 3 oberhalb von 50 m fehlende Arten: *Lophaster furcifer, Asterias panopla, Ophioscolex glacialis,* und von den bis zu 25 m hinaufsteigenden Arten werden *Ctenodiscus crispatus* und *Ophiacantha bidentata* deutlich gemeiner. Dazu kommt der im unteren Teil der Zone auftretende *Pteraster obscurus.* Ferner finden sich wahrscheinlich in dieser Zone einige seltene, nur in grösserer Tiefe beobachtete Arten, wenigstens *Pontaster tenuispinus, Poraniomorpha tumida* und *Psolus phantapus.*

5. Etwas mehr als 100—etwa 260 m. Wenig unterhalb von 100 m haben *Henricia sanguinolenta* (wenigstens nach den bisherigen Beobachtungen), *Stichaster albulus* und *Asterias hyperborea* ihre untere Grenze. Damit fällt etwa die obere Grenze von *Gorgonocephalus agassizi* zusammen; die Funde von *Eupyrgus scaber* erstrecken sich nur wenig höher. Wenig tiefer, bei 140 bis 150 m, hören *Myriotrochus rinkii* und meist *Asterias linckii* auf (allerdings nur in Folge der hydrographischen Verhältnisse des Fjords), und *Ophiopholis aculeata* wird seltener; zwischen 100 und 150 m werden *Ctenodiscus crispatus* und besonders *Ophiura sarsii* gemeiner. *Poraniomorpha tumida* (etwa 120—190 m) und *Pontaster tenuispinus* (175—etwas mehr als 200 m) leben wahrscheinlich in der ganzen Zone. Ausser den in dieser Zone beobachteten Arten leben vielleicht, obgleich selten, *Solaster endeca* und *Pteraster obscurus* hier.

6. Etwa 260—400 m. Bei ungefähr 260 m oder wenig darüber hören nicht weniger als 7 Arten auf: *Asterias panopla, Ophiura robusta, Ophiopholis aculeata, Amphiura sundevalli, Heliometra eschrichtii, Gorgonocephalus agassizi, Pontaster tenuispinus* (dieser schon etwas früher); nur von den 4 ersteren Arten kann man jedoch mit Sicherheit behaupten, dass sie in der Tiefe fehlen. Einige neue Arten kommen hier nicht hinzu, ausser *Solaster endeca,* der jedoch wahrscheinlich wenigstens etwas höher hinaufsteigt.

Wie aus dem Obigen erhellt, findet man die grösste Artanzahl in den Zonen 3 und 4, nach unten bis etwa 150 m; abgesehen von den wahrscheinlich hier vorkommenden, aber nicht dort beobachteten Arten beträgt die Anzahl 19—20; die grösste Ausbeute an Arten bekommt man an der Grenze zwischen der 3. und der 4. Zone, bei etwa 50 m, wo die untere Grenze von einigen Arten mit der oberen von anderen zusammenfällt; hier sind 22 Arten beobachtet worden (ausserdem wahrscheinlich vereinzelt *Poraniomorpha tumida, Cucumaria frondosa, Psolus phantapus,* vielleicht *Solaster endeca* und *Eupyrgus scaber;* also von den 30 Eisfjordechinodermen 27). Nach oben sinkt die Anzahl rasch (7—9 Arten in der Zone 5—25 m, 2—3 Arten oberhalb von 5 m), nach unten allmählich (16 Arten zwischen 200 und 250 m, im oberen Teil der untersten Zone 8, in der grössten Tiefe 7 Arten).

Die obigen Zonen habe ich natürlich nur der Übersichtlichkeit wegen ausgeschieden; keine derselben ist eine wirkliche Vertikalzone, ausgezeichnet durch besondere nur dort vorkommende Arten. Wenn man unter blosser Berücksichtigung der Echinodermen den Eisfjord in faunistische Vertikalzonen einteilen will, so kommt man zu dem Ergebnis, dass nur zwei Hauptzonen unterschieden werden können, eine obere und eine untere. Eine scharfe Grenze zwischen beiden ist nicht vorhanden, sondern man muss eine Übergangszone unterscheiden, welche sich nach unten zu ungefähr 100, nach oben zu weniger als 50 m erstreckt; da so viele der eurybathen Arten bis zu 25 m hinauf aber nicht weiter verbreitet sind, kann man die Übergangszone schon bei 25 m anfangen lassen. Mit andern Worten lässt sich die Sache folgendermassen ausdrücken: Die obere Zone, ausgezeichnet durch das Vorkommen von typischen Seichtwasserarten, erstreckt sich bis zu einer Tiefe von 50 bis 100 m (vielleicht alle Arten seltener unterhalb von 50 m; die bis etwa 150 m hinabsteigenden Arten werden nicht berücksichtigt, weil ihre beschränkte Verbreitung auf ganz speziellen hydrographischen Verhältnissen beruht). Die untere Zone erstreckt sich von der grössten Fjordtiefe bis zu ungefähr 25 oder, wenn man die so hoch hinaufsteigenden Arten ausser Betracht lässt, bis zu etwa 50 m hinauf; nur eine Art ist auf noch grössere Tiefen beschränkt.

*

Die Unterschiede in der Vertikalverbreitung im Eisfjord sind ja teilweise wenig bedeutend; wenn es gilt, die Fauna eines Gebietes von so geringer Vertikalausdehnung zu analysieren, können jedoch natürlich auch unbedeutende Unterschiede wichtig sein. Dagegen ist es klar, dass man bei einem Versuch, die Arten nach ihrer allgemeinen bathymetrischen Verbreitung in natürliche Gruppen zusammenzustellen, eine andere Gruppierung erhalten muss; die Unterschiede zwischen den im Eisfjord eurybathen und den dort nur in den tieferen Teilen lebenden Arten verschwinden z. B. mehr oder weniger gegenüber den Unterschieden zwischen den bis in 1000 m und mehr hinabsteigenden und den nur am oberen Teil der Küstenplateaus lebenden Arten. Von solchen allgemeinen Gesichtspunkten aus würde man wohl folgende Gruppen unterscheiden; ich berücksichtige jetzt nicht nur die Eisfjordarten, sondern alle in der arktischen Region lebenden Echinodermen ausser den rein pazifischen Formen. — Eine allgemein gültige Einteilung des Meeresbodens in Tiefenregionen dürfte nicht durchführbar sein, und auch eine solche Einteilung der arktischen Meere ist heute kaum möglich; dafür ist eine eingehende vergleichende Untersuchung der gesamten arktischen Fauna nötig. Ich meide daher die üblichen, kaum von zwei Autoren in derselben Bedeutung gebrauchten Benennungen »archibenthal», »kontinental», »sublitoral» usw.; unter »abyssale Region» verstehe ich natürlich die grössten Tiefen, ohne aber auf die Frage nach der oberen Grenze derselben einzugehen.

I. Flachseearten, in der Regel höchstens bis in etwa 500 m Tiefe hinabsteigend.

A. Ausgesprochene Seichtwasserarten, von meist 5 m oder weniger bis 100 oder 200 m, im letzteren Falle selten unterhalb von 100, teilweise schon 50 bis 60 m. Hieher die obigen Seichtwasserarten: *Asterias groenlandica, Asterias hyperborea, Ophiura nodosa, Chirodota laevis, Cucumaria frondosa.* — *Stichaster albulus* (selten bis 450 m); *Psolus phantapus?* Ferner von im Eisfjord fehlenden Echinodermen: *Cucumaria glacialis* (17—250 m, meist oberhalb von 100 m oder weniger); *Trochoderma elegans* (18—195 m).

B. Weniger stenobathe Arten, von 5 m oder weniger bis zu etwa 300 m oder etwas mehr, dann aber seltener von der genannten Tiefe an: *Asterias linckii* (5—280 m, vielleicht ausnahmsweise tiefer), *Myriotrochus*

rinkii (2—355 m, wohl ein wenig seltener schon unterhalb von 100 m), *Ophiura robusta* (5 m oder weniger —275, ausnahmsweise 395 m), *Amphiura sundevalli* (5—413, meist 20—300 m).

C. Noch eurybathere Arten, von etwa 10 oder 20 bis 500 m: *Solaster endeca* (10—475 m, wahrscheinlich seltener unterhalb von etwa 350 m und daher den vorigen Arten nahe stehend), *Solaster syrtensis* (27—475 m, vielleicht wie die vorige Art nach unten seltener), *Eupyrgus scaber* (10—480 m), *Asterias panopla* (etwa 15—560 m, nur ein Fund unterhalb von 475 m). An diese Arten schliesst sich eine, welche sich den in grosse Tiefe hinabsteigenden nähert: *Solaster papposus* (von 10 m, nur ein sicherer Fund in mehr als 500 m Tiefe [bei etwa 1000 m]; ob die Art nur ganz ausnahmsweise oder etwas häufiger tiefer hinabsteigt, kann gegenwärtig nicht entschieden werden; im letzteren Falle gehört sie zu den Übergangsformen zur folgenden Hauptgruppe). — Hieher auch die nicht aus dem Eisfjord bekannte Art *Pteraster pulvillus* (15 bis 20 —etwa 400 m).

D. Ungefähr ebenso tief wie die Arten der vorigen Gruppe hinabsteigend, aber meist nicht oberhalb von 70 oder 60 m lebend und folglich weniger eurybath: *Pteraster obscurus* (bis 450 m).

2. Mehr oder weniger eurybathe, bis in mehr als 1000 m Tiefe hinabsteigende Arten.

A. Von geringer Tiefe bis in mehr als 1000 m lebend, aber nicht viel tiefer hinabsteigend oder in grösserer Tiefe selten: *Pteraster militaris* (etwa 20—1100 m, 5 Funde unterhalb von 500 m); *Strongylocentratus droebachiensis* (Ufer—etwa 1000, im pazifischen Gebiet 1600 m, nur vereinzelt unterhalb von ungefähr 600 m). Diese beiden Arten stehen auf der Grenze zur vorigen Hauptgruppe. *Poraniomorpha tumida* (20—1200 m), *Lophaster furcifer* (27—1360 m), *Heliometra eschrichtii* (30 [ausnahmsweise weniger]—1360 m), *Ctenodiscus crispatus* (40 [ausnahmsweise weniger]—1100, im pazifischen Gebiet 1865 m, daher sich gewissermassen der folgenden Gruppe nähernd), *Ophiopus arcticus* (36—1190 m), *Ophiopleura borealis* (18—1380 m), *Gorgonocephalus eucnemis* (25—1190 m), *Ophiopholis aculeata* (Ufer—1800 m; nicht selten bis 650 m oder mehr, in grösserer Tiefe spärlicher), *Ophiura sarsii* (30 [selten weniger]—2900 m, unterhalb von 800 m nur vereinzelt). Die beiden letztern Arten nähern sich gewissermassen sowohl der folgenden Gruppe — durch die tiefe Lage der unteren Grenze — wie den Flachseearten — durch das Abnehmen an Häufigkeit schon in verhältnismässig unbedeutender Tiefe.

B. Äusserst enrybathe Arten, von einigen wenigen bis in etwa 2500 m Tiefe oder mehr lebend: *Henricia sanguinolenta* (Ufer—2430 m, ziemlich gemein noch zwischen 1000 und 2000 m), *Hymenaster pellucidus* (14—2814 m), *Ophiocten sericeum* (6—4370 m, ziemlich gemein noch in mehr als 2000 m Tiefe), *Ophiacantha bidentata* (5—4400 m, ziemlich gemein noch in 2500 m Tiefe).

C. Wie A nicht viel unterhalb von 1000 m, aber meist nicht in seichterem Wasser als etwa 90 m und folglich etwas weniger eurybath: *Gorgonocephalus agassizi* (90 [bisweilen weniger]—1080 m), *Solaster squamatus* (90—1171 m), *Korethraster hispidus* (186—1150 m), *Ophiactis abyssicola* (etwa 125, meist mehr als 300—etwa 1300 m).

D. Wie die vorigen in der Regel nicht in seichtem Wasser, aber tiefer hinabsteigend, obgleich nicht so tief wie die Arten der Gruppe B: *Ophioscolex glacialis* (50 [ausnahmsweise weniger, meist 90 bis 100]—1800 m), *Pontaster tenuispinus* (60 bis 70 [ausnahmsweise weniger]—1960 m).

E. Ungefähr ebenso tief wie die Arten der Gruppe B hinabsteigend, obere Grenze aber noch tiefer als in den beiden letzten Abteilungen nach unten verschoben; diese Arten sind folglich weniger eurybath als die Arten der Gruppe B und nähern sich den Abyssalarten; sie sind hocharktisch und fehlen im Eisfjord: *Elpidia glacialis* (etwa 150—2992 m), *Pourtalesia jeffreysi* (252—2354 m), *Bathybiaster vexillifer* (223—2222 m).

3. Abyssale Arten (alle hocharktisch und natürlich im Eisfjord fehlend). Ganz auf der Grenze zu der letzten Gruppe (E) steht *Tylaster willei* (590—2000 m). Typisch abyssale Arten sind *Bathycrinus carpenteri* (1359 —2814 m), *Acanthotrochus mirabilis* (1203—2030 m), *Kolga hyalina* (2030—2438 m), *Myriotrochus théeli* (2000 m), *Irpa abyssicola* (1977 m).

Einwirkung der Wassertemperatur.

Allgemeine Bemerkungen über die Thermopathie.

Es ist eine wohlbekannte Tatsache, dass die Tiere in sehr verschiedenem Masse von den Temperaturverhältnissen des sie umgebenden Mediums abhängig sind. Da eine moderne tiergeographische Untersuchung zu einem nicht geringen Teil eben aus Erörterungen über dieses Thema bestehen muss, scheint es mir unumgänglich nötig — wie sehr ich auch die Schaffung neuer wissenschaftlicher Ausdrücke zu vermeiden wünsche —

für die unbequeme Bezeichnung »Abhängigkeit von der Temperatur» einen kürzeren Ausdruck einzuführen. Ich schlage das Wort Thermopathie vor.

Ehe ich auf die Thermopathie der Eisfjordechinodermen eingehe, muss ich eine wohl eigentlich selbstverständliche, aber doch vielleicht nicht überflüssige Bemerkung über die Bezeichnungen stenotherme und eurytherme Arten vorausschicken. Möbius (1873), der diese Ausdrücke geschaffen hat, versteht unter stenothermen Arten solche, »welche nur in warmen oder nur in kalten, wenig schwankenden Temperaturen gedeihen», unter eurythermen Arten solche, »welche grosse Temperaturdifferenzen zu ertragen im Stande sind», und in diesem Sinne werden die Ausdrücke bekanntlich heute allgemein gebraucht. Es ist aber klar, dass diese Begriffe in den meisten Fällen nur relativ sind. Es gibt Tiere, die an eine fast ganz konstante Temperatur gebunden sind, und sie sind natürlich absolut stenotherm; solche Fälle sind jedoch verhältnismässig selten (öfter trifft man wohl Arten, die für eine gewisse Lebenserscheinung, z. B. die Fortpflanzung so heikel sind). Tiere, welche ganz unempfindlich gegen alle vorkommenden Temperaturunterschiede und Temperaturschwankungen sind, sind noch viel seltener (unter den Meerestieren gibt es zweifellos keine solchen), doch können in jedem Lebensbezirk die unempfindlichsten Tiere als absolut eurytherm bezeichnet werden. Die weitaus meisten Arten können aber an und für sich weder stenotherm, noch eurytherm genannt werden; sie sind eurytherm im Vergleich mit den mehr, stenotherm im Vergleich mit den weniger gegen Temperatureinflüsse empfindlichen Arten.

Die Echinodermen der arktischen Region liefern einen guten Beleg für diese allgemeinen Regeln. Die rein hocharktischen, an Wasser von konstant negativer Temperatur gebundenen Arten sind natürlich immer und unbedingt als stenotherme Kaltwassertiere zu bezeichnen. Die meisten arktischen, unter negativer und niedrig positiver Temperatur gleich gut gedeihenden Arten sind natürlich ebenfalls stenotherme Kaltwassertiere, solange man sie mit den weitverbreiteten eurythermen Arten oder mit den südlichen Warmwassertieren vergleicht, in Vergleich mit den hocharktischen sind sie aber eurytherm; von diesem Gesichtspunkte aus kann man sie arktisch-eurytherm nennen, da sie innerhalb der für arktische Tiere gegebenen Grenzen eurytherm sind. Die in der ganzen arktischen und borealen Region verbreiteten Arten (*Solaster papposus* und *Henricia sanguinolenta*) sind ja ausgesprochen eurytherm im Vergleich mit allen arktischen und allen borealen Arten, im Vergleich mit mediterranen Arten sind sie aber Kältetiere; die Sache wird noch komplizierter dadurch, dass sie in ihrer Fortpflanzung wirklich stenotherm sind. Andere in arktischen und borealen Gegenden verbreitete, aber nicht so hohe Temperaturen ertragende Arten sind ja eurytherm im Vergleich mit allen arktischen, stenotherm im Vergleich mit den zuletzt besprochenen Arten. Andere Arten, welche hocharktische Bedingungen meiden (s. unten), können von verschiedenen Gesichtspunkten aus als eurytherm und als stenotherme Warmwassertiere, wenn man sie mit rein südlichen Tieren vergleicht sogar als stenotherme Kaltwassertiere betrachtet werden.

Da Erörterungen über die Thermopathie der Arten einen gar grossen Raum in dieser ganzen Arbeit einnehmen, muss ich, um Missverständnissen vorzubeugen, noch einige allgemeine Bemerkungen hinzufügen. Wenn ich sage, dass eine Art von gewissen

Temperaturbedingungen abhängig ist, so ziele ich nur auf die erfahrungsmässig ermittelte Tatsache, ohne — aus ganz selbstverständlichen Ursachen — auf die physiologische Seite der Sache einzugehen. Zu einem vollen Verständnis der Verbreitung muss man natürlich nicht nur das dass, sondern auch das wie kennen; aus der jetzt unvermeidlichen Unvollständigkeit der Schlussfolgerungen ergibt sich jedoch gewiss nicht, dass sie unrichtig sein müssen und dass Auseinandersetzungen über diesen Gegenstand aussichtslos sind. Schon jetzt lässt sich feststellen, dass die Art und Weise, in der die Wassertemperatur auf die Tiere einwirkt, bei verschiedenen Arten wechselt. Es ist eine wohlbekannte Tatsache, dass bisweilen die ausgewachsenen Tiere einer Art wenig empfindlich gegen Temperaturwechsel sind, die Fortpflanzung und Entwicklung dagegen eine mehr konstante Temperatur erfordern; was die marine Fauna betrifft, hat Appellöf (1912a) wichtige, weiter unten näher zu besprechende Beweise für diese Auffassung erbracht. Wahrscheinlich wird man in Zukunft die allgemeine Regel aufstellen können, dass bei stenothermen Tieren die Fortpflanzungs- und Entwicklungsprozesse oft in höherem Grade als die vegetativen Prozesse von der Temperatur abhängig sind.

Hieraus folgt natürlich nicht, dass die erwachsenen Tiere von der Wassertemperatur unabhängig sind; wäre dies der Fall, müsste die Verbreitung der meisten mehr oder weniger stenothermen Arten sich notwendigerweise ganz anders gestalten. Es gibt gewiss viele Tiere, welche auch als erwachsen und ausserhalb der Fortpflanzungszeit von gewissen Temperaturverhältnissen abhängig sind, obgleich nicht immer in so hohem Grad wie für ihre Fortpflanzung oder Entwicklung. Appellöf weist darauf hin, dass an den Grenzgebieten der kalten und warmen Strömungen einige der »sonst typischen Kaltwasserformen in Wasserlagen von mehreren Graden (3—4° C.) positiver Temperatur hineinkommen und weiter leben können». Er denkt hierbei vor allem an die Funde der Michael Sars-Expedition auf dem Färö-Island-Rücken; von Echinodermen handelt es sich um *Hymenaster pellucidus* und *Solaster squamatus* (vgl. Appellöf 1912, p. 533, Grieg 1907). Appellöf denkt sich, dass in diesen Fällen der Einfluss der Temperatur nicht auf die gewöhnlichen vegetativen Prozesse, sondern nur »auf die Reifung der Geschlechtsprodukte oder auf die Entwicklungsstadien sich geltend macht». Hiermit ist wohl kaum gemeint, dass die erwähnten Tiere überall in Wasser von z. B. + 4° leben könnten, wenn ihnen nur für die Fortpflanzung kälteres Wasser zur Verfügung stehe. So verhält es sich jedenfalls nicht. Die genannten Echinodermen sind in ihrer ganzen Verbreitung typisch hocharktisch; die warmen Fundorte liegen so nahe der konstant hocharktischen Area des Nordmeeres, dass es sich sogar um zufällig verirrte Exemplare handeln kann. Die besprochenen Funde zeigen somit nur, dass die erwachsenen Tiere ausserhalb der Fortpflanzungszeit eine ganz vorübergehende Erhöhung der Temperatur ertragen können.

Es ist gar nicht unmöglich, dass schon dieser Umstand ihnen eine Sonderstellung zuweist. Die meisten hocharktischen Arten sind nie und nirgends in Wasser von positiver Temperatur (oder wenigstens mehr als + 0,5 bis 1°) gefunden worden; dies beweist natürlich nicht viel, doch ist es gut denkbar, dass ihnen jede auch ganz vorübergehende Temperaturerhöhung unerträglich ist.

Wenn man den Inhalt der obigen Auseinandersetzungen auf die Echinodermenfauna des Eisfjords bezieht, so muss man vor allem an die nicht streng an das hocharktische Wasser des Fjords gebundenen Kaltwasserformen denken (die nachstehende Gruppe 2). Es ist nicht ausgeschlossen, obgleich durch keine positiven Tatsachen erwiesen, dass die Verbreitung dieser Echinodermen im Eisfjord — und auch anderswo — damit in Zusammenhang steht, dass sie für die vegetativen Prozesse der erwachsenen Tiere weniger empfindlich gegen Temperaturerhöhungen sind als für die Fortpflanzung und Entwicklung. Doch sind sie sicher nicht unabhängig von den im Eisfjord vorkommenden Temperaturunterschieden, sobald sie nur in einer gewissen Periode zu kälterem Wasser Zugang haben. Sie müssten dann viel weiter verbreitet sein, wenigstens in den seichteren Teilen der äusseren Fjordabschnitte. Was z. B. *Asterias linckii* betrifft, erträgt sie eine vorübergehende Temperaturerhöhung bis zu mehr als + 3°, aber nur in den inneren, vom atlantischen Wasser unerreichten Teilen des Fjords, nicht in den äusseren, wo doch die oberen Wasserschichten mehr als das halbe Jahr sehr kalt sein müssen.

Die Unterschiede zwischen den eurythermen, arktisch-borealen Arten werde ich in den tiergeographischen Erörterungen berücksichtigen. Es gibt ja unter ihnen mehrere, welche bei ihrer Fortpflanzung oder Entwicklung weniger eurytherm oder sogar stenotherme Kältetiere sind; andere leben in südlichen Gegenden in Wasser von im ganzen Jahr wenig wechselnder Temperatur. Natürlich ist es möglich oder sogar wahrscheinlich, dass auch die arktisch-eurythermen Arten sich bei näherer Kenntnis ihrer Biologie als nicht so einheitlich in ihrer Thermopathie erweisen werden, wie sie jetzt erscheinen; einige mögen für ihre Fortpflanzung von mehr oder weniger hocharktischen Temperaturbedingungen abhängig sein, andere nicht.

In summa: ein tieferes Eindringen in die wahre Natur der Thermopathie der Arten wird zweifellos das Ergebnis liefern, dass die Beziehungen zwischen der Wassertemperatur und der Verbreitung der Tiere noch komplizierter sind, als aus den gegenwärtig bekannten Tatsachen hervorgeht; von zwei anscheinend unter ganz ähnlichen Bedingungen lebenden Arten kann eine in allen ihren Lebensfunktionen diesen Verhältnissen angepasst, eine andere für ihre Fortpflanzung von nur in einem Teil des Jahres auftretenden Temperaturen abhängig sein. Doch ist es vollständig berechtigt, schon jetzt zu versuchen, die Thermopathie der Tiere festzustellen. Arten, welche ihrer Verbreitung nach denselben Bedingungen angepasst sind, gehören trotz allem zusammen. Untersuchungen über die Fortpflanzung werden eher eine weitere Zergliederung und ein tieferes Verständnis der Tatsachen als eine Erschütterung der Grundlagen bringen.

Zum Schluss noch eine Überlegung, über deren Tragweite ebenfalls erst die Zukunft Aufschluss bringen wird. Selbst wenn eine Art sich als absolut stenotherm erweist und auch ausserhalb der Fortpflanzungszeit ausschliesslich unter gewissen Temperaturbedingungen auftritt, so kann man nicht ganz sicher wissen, ob sie unbedingt und unverbrüchlich an diese Verhältnisse gebunden ist und nicht vielleicht unter besonderen Umständen, z. B. bei ausnahmsweise günstigen Nahrungsverhältnissen oder in Abwesenheit von Konkurrenten, unter anderen Bedingungen würde fortleben können. In der Pflanzengeographie ist dieser Gedankengang z. B. von Engler (Versuch einer Entwicklungs-

geschichte der Pflanzenwelt I, 1879) ausgeführt worden; zahlreiche Alpenpflanzen gedeihen vorzüglich in der Ebene, wenn nur Unkräuter oder andere Konkurrenten ferngehalten werden. In der arktischen Meeresfauna lassen sich zweifellos Beispiele einer ähnlicher Erscheinung finden. Ich denke dabei z. B. an die Fauna der Trondhjemsfjord, die bekanntlich eine starke Beimischung von vorwiegend arktischen Elementen aufweist, obgleich das Wasser nicht kälter als in vielen südlicheren Fjorden ist; von den Echinodermen sind ja einige, in der übrigen rein borealen Region seltene Arten dort auffallend gemein.

Wenn aber, wie in bezug auf die rein arktischen Echinodermen, ein Vorkommen ausserhalb des eigentlichen Verbreitungsgebietes nie und nirgends erwiesen ist, so liegen die Dinge wesentlich anders. Es ist möglich, dass eine solche Art weit in die boreale Region eindringen würde, wenn ein Teil der dortigen Fauna verschwände; so wie die Verhältnisse in der Natur vorliegen, ist sie aber an kaltes Wasser gebunden und kann daher auch mit vollem Recht stenotherm genannt werden.

Übersicht der Eisfjordarten.

Die Thermopathie einer Art hängt so innig mit ihrer ganzen Verbreitung und Lebensweise zusammen, dass dieser Gegenstand erst im Zusammenhang mit den allgemein tiergeographischen Erörterungen in vollem Umfang behandelt werden kann. Ich will jedoch an dieser Stelle eine kurze Übersicht der Resultate bringen, beschränke mich aber auf die rein thermalen Verhältnisse, ohne auf die eigentliche tiergeographische Stellung der Arten einzugehen. Man kann die Eisfjordechinodermen in folgende Gruppen einteilen:

1. Ausgesprochen stenotherme Kaltwasserart, wahrscheinlich an Wasser von konstant negativer (oder äusserst niedrig positiver) Temperatur gebunden und nur zufällig in Wasser von + 1— + 2° Temperatur vorkommend; Temperaturamplitude also Minimum des Seewassers — etwa 0°: *Poraniomorpha tumida*.

2. Mehr oder weniger ausgesprochene Kaltwasserarten, teilweise zwar in bis etwa + 3° (oder sogar mehr) warmem Wasser lebend, aber doch wahrscheinlich eigentlich in kälterem Wasser heimisch, obgleich die Empfindlichkeit gegen warmes Wasser sich in verschiedener Weise äussern kann: *Asterias panopla*, *Asterias linckii*, *Gorgonocephalus agassizi* (wohl auch der nicht sicher im Eisfjord lebende *Gorgonocephalus eucnemis*), *Myriotrochus rinkii*.

3. Weniger ausgesprochene Kaltwasserarten, in Wasser von konstant negativer und von wenigstens für einen verhältnismässig grossen Teil des Jahres niedrig positiver Temperatur lebend und von diesem Gesichtspunkte aus als arktisch-eurytherm zu bezeichnen; Temperaturamplitude Minimum des Seewassers — + 2,5 bis + 3°: A. *Heliometra eschrichtii*, *Eupyrgus scaber*, *Amphiura sundevalli* (wahrscheinlich), *Pteraster obscurus*, *Asterias hyperborea* (nach den bisherigen Beobachtungen; möglicherweise zu B); B. *Asterias groenlandica*, *Stichaster albulus*, *Ophiura nodosa*. Die drei letzteren Arten sind im Eisfjord in bis zu + 5° erwärmtem Wasser beobachtet worden; ob sie nur ganz vorübergehend oder regelmässig eine so hohe Sommertemperatur ertragen, kann gegenwärtig nicht entschieden werden.

4. Eurythermere Art, in Wasser von konstant negativer Temperatur bis zu einer von konstant + 5° (oder etwas mehr) lebend; in arktischen Gegenden Wasser von mehr als + 3° Sommertemperatur meidend: *Ophiacantha bidentata.*

5. Ungefähr ebenso oder etwas mehr eurytherme Arten, in Wasser von konstant negativer bis konstant + 6— + 7° Temperatur lebend: *Ctenodiscus crispatus, Pontaster tenuispinus, Lophaster furcifer, Pteraster militaris, Ophiocten sericeum, Ophioscolex glacialis.*

6. Eurytherme Arten, in Wasser von konstant negativer Temperatur bis von + 15° und mehr Sommertemperatur (teilweise nur bei sehr niedriger Wintertemperatur); auch (mit Ausnahme von *Cucumaria frondosa*) in Wasser von konstant + 6—7° Temperatur; wenigstens die meisten Arten in der Fortpflanzung stenothermer (nicht erwiesen für *Ophiura robusta*): *Ophiura robusta, Cucumaria frondosa, Strongylocentrotus droebachiensis, Solaster papposus, Henricia sanguinolenta.*

7. Wahrscheinlich nicht oder selten in Wasser von konstant negativer, vorwiegend in Wasser von niedrig positiver Temperatur bis von + 10° Wintertemperatur lebende Arten; folglich verhältnismässig stenotherm: *Chirodota laevis, Ophiura sarsii* (nicht stets unter hocharktischen Bedingungen fehlend; vielleicht näher der folgenden Gruppe; vgl. den Speziellen Teil).

8. Wie die letzgenannten Arten, aber eine Sommertemperatur von + 15° und mehr ertragend, also weniger stenotherm: *Solaster endeca* (in der Fortpflanzung stenothermer und dadurch an Arten der Gruppe 6 anknüpfend), *Ophiopholis aculeata, ?Psolus phantapus* (unsicher ob in der Regel unter hocharktischen Bedingungen fehlend, jedenfalls aber seltener; Fortpflanzung wie *S. endeca*). — Die Grenze zwischen den beiden letzten und der 6. Gruppe ist ziemlich unscharf; von den Arten der letzteren erreichen einzelne (*Cucumaria frondosa, Strongylocentratus droebachiensis*) ihre kräftigste Entwicklung in Wasser von positiver Temperatur.

Die von tiergeographischem Gesichtspunkte aus wichtigste der oben besprochenen Temperaturgrenzen ist diejenige, welche die Grenze zwischen rein arktischen und borealen Bedingungen bildet (die boreoarktischen Mischungsbedingungen berücksichtige ich hier nicht). Diese Grenze liegt bei einer Temperatur von etwa + 3° (oder + 2,5 bis + 3°); wenigstens oft handelt es sich dabei um die Sommertemperatur, darüber ist aber zur Zeit nichts bekannt. Man kann daher die obigen kleinen Abteilungen zu zwei grösseren Gruppen vereinigen. Die eine umfasst die Arten der Abteilungen 1—3; sie sind von diesem Gesichtspunkte aus Kältearten. Die andere Hauptgruppe besteht aus den Abteilungen 5, 6 und 8, wenn man so will auch 7 (wenigstens *Ophiura sarsii*)); diese Arten sind ja mehr oder weniger eurytherm. *Chirodota laevis* (Abteilung 7) nimmt eine Sonderstellung ein; *Ophiacantha bidentata* (Abteilung 4) gehört gewissermassen zu beiden Gruppen.

Bemerkungen über die Hydrographie des Eisfjords.

Um die Verbreitungsverhältnisse im Eisfjord zu verstehen, ist es nötig, die Hauptzüge der Hydrographie des Eisfjords zu kennen. Da die Bearbeitung unserer hydrographischen Beobachtungen (Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionen 1910) natürlich vorwiegend rein hydrographische Probleme behandelt, will ich unten eine Übersicht der

für die Fauna wichtigen Tatsachen geben; für alle Einzelheiten verweise ich auf die erwähnte Arbeit und auf die übrige, unten besprochene hydrographische Literatur.

Im Sommer 1908 zeigte der Eisfjord einen charakteristischen hydrographischen Zustand. Die Oberflächenschichten waren fast überall — wenigstens in der Uferzone, wo die Bodenfauna diesem Wasser ausgesetzt ist — ziemlich stark erwärmt, meist bis zu etwa + 5° (im Eingang und in einigen Teilen der offenen Fjordoberfläche weniger, meist 3 bis 4°); nur dicht am Rande der Gletscher wird die Temperatur beträchtlich herabgesetzt (Hydr. St. XXIV, 100 m vom Rande des Sefström-Gletschers: 0 m: + 1,82°); schon in geringer Entfernung von den Gletschern kann die Temperatur jedoch wenigstens zeitweise auffallend hoch sein (Hydr. St. IX, 200 m vom Nordenskiöld-Gletscher: 0 m: +5,27°; 5 m: + 4,33°; Hydr. St. XII, 100 m vom Rande des Kjerulf-Gletschers: 0 m: + 3,37°; 5 m: + 3,81°). Von der Oberfläche sinkt die Temperatur allmählich herab, beträgt aber noch in einer Tiefe von 20 oder oft 30 m meist mehr als + 2°. — Die Oberflächenschichten sind natürlich ausser durch die hohe Temperatur durch ihre Abhängigkeit von der Lufttemperatur und die daraus resultierenden starken und raschen Schwankungen charakterisiert. In den inneren kälteren Teilen des Fjords, welche wenig vom unten besprochenen atlantischen Wasser berührt werden, ist die sommerliche Erwärmung von mehr vorübergehender Natur als in den äusseren Partien, besonders an der Südostküste.

S. De Geer (Hafsvattnets slamhalt inom Spetsbergens Isfjord ur geografisk synpunkt, Ymer 1913) hat nachgewiesen, dass das durchsichtigste Wasser im Eisfjord sich längs der Südküste befindet, eben in derselben Gegend, wo im Sommer 1908 oft ein dichter Strich von Mist vom Ozean aus in den Fjord hineinzog; er zieht hieraus den Schluss, dass ein oberflächlicher Zweig des Golfstromes der Südküste entlang in den Eisfjord hineindringt. Unsere hydrographischen Beobachtungen geben keine Stütze für diese Auffassung; das Oberflächenwasser des Fjordstammes hatte nahe an der Süd- keinen höheren Salzgehalt als nahe an der Nordküste. Doch finde ich es sehr wahrscheinlich, dass wenigstens zeitweise oder in gewissen Jahren oberflächliches Golfstromwasser die Südküste berührt; dafür sprechen, wie N. Odhner in seiner Bearbeitung der Eisfjordmollusken hervorhebt, die dort gemachten Funde von Treibgegenständen.

Die Fjordtiefe ist von Wasser erfüllt, über dessen Ursprung die schwedischen und die norwegischen Hydrographen etwas abweichende Ansichten geäussert haben (s. Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionen 1910, Helland-Hansen & Nansen 1912), das aber jedenfalls abgekühltes und ausgesüsstes atlantisches Wasser darstellt (oder wenn man so will mit atlantischem Wasser gemischtes Küstenwasser). Die Temperatur dieses Wassers betrug nach unseren Messungen im Eingang und äusseren Teil des Fjords etwa + 2,5°, weiter innen, wo die Tiefe nicht viel unter 200 m sinkt, etwas weniger.

Zwischen diesem der Kürze halber einfach als atlantisch zu bezeichnenden Wasser und den Oberflächenschichten fanden wir überall ausser im Eingang am Ende des Sommers (Hydr. St. III, 1.9: bis in die grösste Tiefe Wasser von mehr als + 2° Temperatur) und in der Billen Bay eine intermediäre, kalte Wasserschicht, deren Temperatur in der Regel unter 0°, meist bis zu — 1° oder tiefer sinkt. Die Dicke dieser

Wasserschicht wechselt zwischen etwa 80 und 130 m, wenn man die Grenze bei 0°, zwischen etwa 100 (Nordseite des Eingangs 70) und 150 m oder mehr, wenn man die Grenze bei ungefähr + 1° ansetzt; die grösste Mächtigkeit befindet sich in der Mitte des Fjords. Auch die Höhenlage der Schicht wechselt. An der Nordseite nahe am Eingang befand sich die obere Grenze oft in geringer Tiefe, bei 20 und 30 m, die untere bei etwa 150 m. Im mittleren und südlichen Teil des Eingangs erstreckte sich das eiskalte Wasser von 50 bis 130 oder 150 m, im Nord- und Ostarm zwischen 70 bzw. 100 und 170 m oder mehr. Im Fjordstamm vor der Südostküste fanden wir die Schicht in auffallend grosser Tiefe, zwischen mehr als 100 und mehr als 175 m.[1] — Die Kaltwasserschicht ist nach den schwedischen Hydrographen atlantisches Wasser, welches durch die Eisschmelze der Gletscher abgekühlt und ausgesüsst worden ist; nach den norwegischen Hydrographen entsteht sie durch Abkühlung einer dicken Oberflächenschicht im Winter und spätere Erwärmung des oberen Teils dieser Schicht im Sommer; auf diese Frage kann ich natürlich nicht eingehen (die für die letztere Auffassung angeführten Gründe scheinen mir jedoch sehr beachtenswert zu sein).

N. Odhner hat in seiner mir im Manuskript zur Verfügung gestellten Arbeit über die Molluskenfauna des Eisfjords eine neue Hypothese von der Herkunft der Kaltwasserschicht ausgesprochen; er vermutet, dass es sich um einen isolierten Ausläufer des an der Westküste von Spitzbergen nach Norden ziehenden Polarstromes handelt, welcher abwechselnd mit dem hypothetischen oberflächlichen Golfstromaste der Südküste entlang in den Fjord eindringen soll. Ich halte es für sehr wohl möglich, dass kaltes Wasser von der offenen Küste her zeitweise in den Eisfjord eindringt, obgleich keine hydrographischen Beobachtungen darüber vorliegen. Die ganze Wasserschicht kann jedoch unmöglich diesen Ursprung haben; sie erstreckt sich durch den ganzen Fjord, nicht nur der Südküste entlang, und stimmt hydrographisch vollständig mit den mächtigen Massen kalten Wassers in der Billen Bay überein. Unter allen Umständen m u s s eine starke Abkühlung des Wassers im Eisfjord selbst stattfinden, wahrscheinlich vorwiegend durch Einwirkung der Lufttemperatur im Winter; ein grosser, vermutlich der weitaus grösste Teil des kalten Wassers muss auf diese Weise gebildet werden, wenn es auch vielleicht periodisch einen Zuschuss von aussen her empfängt. Die intermediäre Lage ist eine notwendige Folge des spezifischen Gewichtes und beweist nichts in bezug auf den Ursprung.

Die obige Schilderung gilt nicht für die Billen Bay. Das an unserer Station (Hydr. St. IX) in 35 m Tiefe beginnende kalte Wasser ist hier nicht von wärmerem Bodenwasser unterlagert, sondern erstreckt sich bis in die grösste Tiefe (die tiefste Beobachtung in 195 m Tiefe) und ist übrigens kälter als in den äusseren Partien des Fjords (bis —1,78°). Dieses Verhältnis, welches für die Fauna eine grosse Bedeutung hat, wird zweifellos dadurch hervorgerufen, dass die Billen Bay durch eine unterseeische Schwelle abgesperrt ist, welche das Eindringen des warmen atlantischen Bodenwassers verhindert (die schwe-

[1] In der Bearbeitung unserer hydrographischen Ergebnisse werden diese Verhältnisse, wie mir scheint, nicht ganz klar dargestellt; dies ist die Ursache, warum ich hier die Hydrographie des Eisfjords verhältnismässig so ausführlich bespreche. Die Kaltwasserschicht soll z. B. vor der Advent Bay fehlen. Dieses Fehlen ist zweifellos nur scheinbar und durch den oben hervorgehobenen Umstand hervorgerufen, dass die kalte Schicht sich vor der ganzen Südostküste in grosser Tiefe befand.

dischen Hydrographen scheinen die Ursache ausschliesslich in der Grösse des Nordenskiöld-Gletschers zu suchen). Auch die Dickson Bay ist durch eine Schwelle abgesperrt, das Bodenwasser müsste aber auch sonst kalt sein, weil es im Bereich der kalten Schicht liegt.

Um die Bedeutung dieser Verhältnisse insbesondere für die Fauna richtig einzuschätzen, ist es nötig, die — in der Arbeit über unsere hydrographischen Beobachtungen nicht berührte — Frage zu untersuchen, ob der von uns gefundene hydrographische Zustand Regel ist oder ob vielleicht in andern Jahren ganz andere Verhältnisse obwalten können. Die früheren und späteren Beobachtungen sind nicht zahlreich, erlauben jedoch gewisse Schlüsse in dieser Beziehung. Besonders wichtig sind diejenigen von J. Hjort (Michael Sars-Expedition) im Sommer 1901; er untersuchte mehrere Stellen vom Eingang bis in die Sassen Bay und fand überall eine kalte Schicht zwischen etwa 50 und mehr als 100 m (Helland-Hansen & Nansen 1912). Im September 1910 untersuchte die norwegische Isachsen-Expedition eine Station in der Svensksundstiefe (die tiefste Mulde im Eingang) und fand eine deutliche kalte Zwischenschicht, obgleich nur bis zu + 0,52° abgekühlt (l. c.). Eine schwedische Expedition hatte schon 1898 dieselbe Stelle untersucht (Hamberg 1906). Dieses Jahr war durch einen ungewöhnlich starken Zufluss von atlantischem Wasser ausgezeichnet, die Svensksundstiefe erfüllt von rein atlantischem Wasser, mit einem Salzgehalt von 35—35,10 ‰ und von + 3,2— + 3,8° Temperatur; eine kältere Zwischenschicht war vorhanden, obgleich nicht kälter als + 2,2°. Beobachtungen im Fjordstamm selbst wurden leider nicht angestellt; nach den Verhältnissen im Eingang zu urteilen, ist es wahrscheinlich, dass eine kältere intermediäre Schicht überall vorhanden war; die Temperatur dürfte höher als gewöhnlich, aber doch kaum so hoch wie im Eingang gewesen sein.

Sehr wichtig sind die schon im Sommer 1890 von einer kleinen schwedischen Expedition ausgeführten Untersuchungen (G. Nordenskiöld 1892). Im südlichen Teil des Eingangs wurde ein deutliches Minimum (— 0,5°) in 100 m Tiefe gefunden, das Bodenwasser war aber auffallend kalt, + 1,2°. Im inneren Teil des Fjordstamms fand sich überhaupt kein warmes Bodenwasser, sondern die Kaltwasserschicht erstreckte sich bis an den Boden des Fjords. Ähnliche Verhältnisse scheinen im Sommer 1899 geherrscht zu haben; eine russische Expedition beobachtete dann im Fjordstamm in 205 und 243 m Tiefe eine Temperatur von — 0,8° (Knipowitsch 1906). Auch der Sommer 1878 war nach den Beobachtungen der norwegischen Nordmeerexpedition durch starke Entwicklung des kalten Wassers ausgezeichnet; im innern Teil des Fjords wurden die tieferen Schichten nicht untersucht, im Eingang wurde aber Wasser von negativer Temperatur in 360 m Tiefe gefunden.

Unsere Kenntnisse der Schwankungen im hydrographischen Zustand des Eisfjords können auf Grund dieser allerdings äusserst fragmentarischen Beobachtungen folgendermassen zusammengefasst werden. Die tiefe Billen Bay im innersten Teil des Fjords ist zweifellos stets unterhalb der von der Sommerwärme erwärmten Oberflächenschicht bis an den Grund von sehr kaltem Wasser erfüllt. Im übrigen Fjord kämpfen — unterhalb der im Sommer stets mehr oder weniger erwärmten Oberflächenschicht — zwei Wasserarten um die Herrschaft, das warme, vom Meer eindringende »atlantische» Wasser

und das durch die abkühlende Einwirkung der Gletscher oder des Winterklimas oder beider gebildete eiskalte Wasser. Als der normale Zustand kann wahrscheinlich der von uns beobachtete bezeichnet werden, mit einer auf warmem Bodenwasser ruhenden Kaltwasserschicht. Durch den Wechsel in der Zufuhr atlantischen Wassers — zusammenhängend mit den Schwankungen in der Stärke des atlantischen Spitzbergenstromes —, wohl bis zu einem gewissen Grade auch durch den Wechsel in den abkühlenden Faktoren, kann dieser Zustand nach zwei Richtungen hin verändert werden: bisweilen (1898) wird die intermediäre kalte Schicht vermindert oder stark erwärmt, wenigstens im äusseren Teil des Fjords, und das Bodenwasser noch wärmer als normal; andererseits kann das atlantische Wasser mehr oder weniger an Einfluss verlieren und sogar bis auf schwache Reste am Eingang verschwinden und das kalte Wasser bis auf den Grund hinabreichen (1890, 1899).

Die grössten Gegensätze bieten also der Eingang des Fjords und die innersten Abschnitte, vor allem die Billen und die Dickson Bay dar; die letzteren sind unterhalb der Oberflächenschicht bis auf den Grund von sehr kaltem Wasser erfüllt; die Tiefenhöhle am Eingang enthält in der Regel warmes, atlantisches Wasser. Die mittlere, grösste Partie des Fjords ist durch stärkeren Wechsel ausgezeichnet; die grösste Tiefe schliesst sich der Tiefe im Eingang eng an, obgleich das warme Bodenwasser bisweilen durch kaltes ersetzt wird; eine mittlere, kalte Zone bietet ähnliche Bedingungen wie die innersten Fjordteile dar, die Ähnlichkeit wird aber dadurch vermindert, dass das atlantische Wasser in gewissen Jahren einen grösseren Einfluss erhält, noch mehr wohl dadurch, dass die obere und die untere Grenze der Kaltwasserschicht zweifellos starken vertikalen Verschiebungen unterworfen sind.

Einfluss der Temperaturverhältnisse auf die Verbreitung im Eisfjord.

Ich gehe nun zur Frage über, ob in der Verbreitung der Echinodermen im Eisfjordgebiete einige Sonderzüge wahrnehmbar sind, welche als das Resultat von Temperatureinwirkungen aufgefasst werden können.

Man kann im voraus annehmen, dass in vielen Fällen solche Temperatureinflüsse ganz auszuschliessen sind; alle Arten der Gruppen 5 und 6 finden überall, die Arten der Gruppe 3 fast überall im Eisfjord ihnen zusagende Temperaturen. In bezug auf die letztgenannte Gruppe (die arktisch-eurythermen Arten) ist zu bemerken, dass drei Arten (*Asterias groenlandica*, *Stichaster albulus*, *Ophiura nodosa*) in dem bis zu + 5° erwärmten Oberflächenwasser des Fjords beobachtet worden sind. Wie ich schon bemerkt habe, kann man jedoch gegenwärtig nicht wissen, inwieweit sie wirklich dem Leben in so warmem Wasser angepasst sind; ebensowenig lässt sich nachweisen, dass die beschränktere Verbreitung der übrigen arktisch-eurythermen Arten eine Folge der Temperatur ist; *Pteraster obscurus*, *Heliometra eschrichtii* und *Amphiura sundevalli*(?) sind auch in Gegenden mit kälterem Oberflächenwasser ganz oder vorwiegend auf etwas grössere Tiefen beschränkt; *Eupyrgus scaber* ist im Eisfjord erst tief unterhalb der Grenze des mehr als 3° warmen Wassers gefunden worden. — Das Fehlen der eurythermen Arten der Gruppen 5 und 6 in diesem Wasser hat natürlich nichts mit der Temperatur zu tun.

Die Arten der Gruppen 3, 5 und 6 kann ich also verlassen; zu bemerken ist nur noch, dass mehrere von ihnen (besonders *Amphiura sundevalli*, *Pteraster obscurus*, *Asterias hyperborea*, *Pontaster tenuispinus*, *Lophaster furcifer*, *Pteraster militaris*, *Cucumaria frondosa*) im Eisfjord äusserst selten sind; auch wenn einige Beziehungen zwischen ihrer Verbreitung und den Temperaturverhältnissen existieren, können sie daher unmöglich nachgewiesen werden.

Ein besonderes Interesse beansprucht *Ophiacantha bidentata* (Gruppe 4), welche ja in ihrer allgemeinen Verbreitung ungefähr (oder nahezu) ebenso eurytherm wie die Arten der Gruppe 5 ist. Von dieser im Eisfjord äusserst gemeinen Ophiuride ist mit Sicherheit konstatiert, dass sie in den mehr als + 3° warmen Oberflächenschichten des Fjords fehlt; ich habe ferner nachzuweisen versucht, dass hierin eine direkte Temperaturbeeinflussung vorliegt. Das horizontale Verbreitungsbild wird natürlich dadurch nicht verändert, da das Tier nur die schmale Uferzone meidet.

Von den wahrscheinlich Wasser von konstant negativer Temperatur meidenden Arten (Gruppen 7 und 8) kann man in einigen Fällen erwarten, dass sie auf die wärmeren Teile des Fjords beschränkt sind. So verhält sich ohne Zweifel *Ophiura sarsii* (vgl. Karte 1); die Annahme, dass diese Art wärmeres Wasser bevorzugt, erhält eben durch die Verbreitung im Eisfjord eine wichtige Stütze. *Chirodota laevis*, *Solaster endeca* und *Psolus phantapus* sind ebenfalls nur in den äusseren Fjordteilen beobachtet worden, die beiden letztgenannten nur im atlantischen Wasser der Fjordtiefe, und es ist sehr wohl möglich, dass sie wenigstens hauptsächlich nur dort vorkommen; doch sind diese Arten so selten, dass man aus der Lage der Fundorte keine weitgehenden Schlüsse ziehen darf. *Ophiopholis aculeata* ist gemein im Eisfjord. Wenn man die Fundorte durchmustert, so findet man, dass diese Ophiuride nur einmal (und bloss in 3 Exemplaren) in Wasser von negativer Temperatur gedredgt wurde, dagegen in grosser Individuenzahl an Stellen auftrat, wo eine Temperatur von + 1— + 2 bis 3° gemessen wurde oder wo die Temperatur, nach dem allgemeinen hydrographischen Zustand des Fjords zu urteilen, über (oder bei) dem Gefrierpunkt gewesen sein dürfte. Die Anzahl der Fundorte ist jedoch ziemlich beschränkt, und die Verbreitung wird offenbar ganz wesentlich durch die Bodenbeschaffenheit geregelt; die Art ist ferner in den meisten Teilen des Fjords beobachtet worden, von dem Eingang bis in die Dickson und Billen Bay (vgl. Karte 4). Die Verbreitung wird daher wahrscheinlich nur in der Weise durch die Wassertemperatur beeinflusst, dass die Art in den wärmeren Wasserschichten mehr oder weniger gemeiner sein dürfte. Mit dieser Annahme steht auch die Tatsache im Einklang, dass sie in Nord- und Ostspitzbergen sowie in andern hocharktischen Gegenden lebt (s. S. 106).

Eine deutlichere, teilweise sehr starke Beeinflussung der Verbreitung durch die Temperaturverhältnisse zeigen die Kaltwasserarten (Gruppen 1 und 2). Sie haben zunächst, wie ich im vorigen Kapitel hervorgehoben habe, eine beschränktere Vertikalverbreitung als in andern arktischen Gegenden, wo sie eurybather als im Eisfjord sind. *Poraniomorpha tumida* ist nach den bisherigen Beobachtungen fast ganz auf die kalte Zwischenschicht und deren Fortsetzung in der Tiefe der Billen Bay beschränkt. Die Funde liegen zwischen 120 und 190 m; der tiefste Fund, über welchen keine hydrographischen Daten vorliegen, ist etwas zweifelhaft. *Asterias panopla* und *Gorgonocephalus agassizi*

dringen von 50 bzw. 100 m bis ein gutes Stück unter die Grenze des Minuswassers, nämlich bis zu 260 m hinab, wo die Temperatur jedoch nicht höher als etwa + 1,5° war; wenigstens die erstere Art meidet zweifellos sowohl das wärmere atlantische Wasser des Eingangs und der grössten Fjordtiefe wie die oberflächlichen Schichten. *Asterias linckii* und *Myriotrochus rinkii* haben eine in etwas anderer Art beschränkte bathymetrische Verbreitung und leben von einigen wenigen bis in 150 m Tiefe; wie sie trotz dieses Vorkommens in seichtem Wasser Kaltwasserarten sein können, soll sogleich klargelegt werden.

In einigen der oben besprochenen Fälle wird hauptsächlich nur die Vertikalverbreitung durch die Temperaturverhältnisse beeinflusst, während die horizontale Verbreitung keine so augenfällige Veränderung aufweist. *Asterias panopla* ist vom Eingang der Safe Bay bis in die Ekman und (nach früheren Beobachtungen) Tempel Bay verbreitet, also nicht auf die inneren Fjordabschnitte beschränkt (s. Karte 1) (aus der Dickson und Billen Bay ist sie sogar nicht bekannt, doch dürfte sie wohl auch dort leben). Diese Verbreitung ist eigentlich nicht eigentümlich, denn die Kaltwasserschicht erstreckt sich ja durch den ganzen Fjord hin; doch ist es möglich, dass die Art an der Südseite des Fjormstammes, wo diese Schicht oft dünn, der Einfluss des atlantischen Wassers gross ist und wo das Tier nicht gefunden wurde, fehlt oder seltener ist. Mit einiger Sicherheit kann man jedoch nur behaupten, dass sie die Tiefenmulde im äussersten Teil des Fjords meidet. *Gorgonocephalus agassizi* ist bisher nur im inneren Teil des Fjordstamms, im Nord- und Ostarm gefunden worden (s. Karte 2). Wenn sie in den innersten Teilen fehlt, so beruht dies nicht auf den Temperaturverhältnissen sondern auf anderen ungünstigen Bedingungen (s. oben S. 130). Dass sie nirgends in der ganzen äusseren Hälfte des Fjords gefunden worden ist, ist sehr auffällig und zeigt wohl jedenfalls, dass sie dort seltener ist; doch ist es kaum wahrscheinlich, dass die Verbreitung beschränkter ist als die von *Asterias panopla*.

Die Fundorte von *Poraniomorpha tumida* liegen in den nördlichen, inneren Teilen des Fjords (s. Karte 2). Obgleich die Art seltener als die beiden letzterwähnten ist, spricht vieles dafür, dass sie auf dieses kälteste oder richtiger stets kalte Gebiet des Fjords beschränkt ist.

Die interessanteste Verbreitung von allen Eisfjordechinodermen hat *Asterias linckii*, und diese Art ist so gemein, dass die Schlussfolgerungen eine besondere Zuverlässigkeit erhalten. Unsere zahlreichen Fundorte sind alle teils in den innersten, nördlichen Fjordabschnitten gelegen, teils auch am inneren Teil der Nordküste des Fjordstamms und am innersten Teil der Südostküste (hier auch zwei ältere Funde), dort aber in der kalten Wasserschicht oder nahe einem Gletscher (s. Karte 1). Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Art das atlantische Wasser der Fjordtiefe und überhaupt die äusseren Fjordabschnitte meidet. In den inneren Fjordteilen lebt sie jedoch auch in geringer Tiefe und in Wasser, das im Sommer sogar eine höhere Temperatur erreicht als sie je das atlantische Tiefenwasser erhält. Wie ich im Speziellen Teil ausgeführt habe, muss man sich denken, dass diese Art gegen eine solche, verhältnismässig kurze Zeit andauernde Erwärmung des Wassers viel weniger empfindlich ist als gegen das weniger warme atlantische Wasser.

Myriotrochus rinkii nähert sich besonders in der Tiefenverbreitung *Asterias linckii*. Er ist von den innersten Buchten bis in die Ymer und Green Bay verbreitet, fehlt jedoch vollkommen im atlantischen Tiefenwasser sowie — wenigstens im Sommer 1908 — in den warmen Advent Bay und Coles Bay und an der ganzen Südküste des Fjordstamms. Er ist jedoch nicht, wie der erwähnte Seestern, auf die innersten Abschnitte beschränkt, sondern lebt auch in den Buchten der Nordküste (in der Safe Bay jedoch von uns nicht gefunden) und in der Green Bay. Die Fundorte in den äusseren Fjordabschnitten liegen jedoch mit Ausnahme von einer oder zwei Stellen, wo wenige kleine Exemplare gefunden wurden, in der kalten Zwischenschicht oder nahe an den Gletschern (s. die Karte 2). Die horizontale Verbreitung ähnelt also derjenigen von *Asterias panopla*, obgleich *M. rinkii* viel gemeiner ist; mit *Asterias linckii* stimmt er besonders darin überein, dass er in den inneren, kalten Fjordabschnitten oft in ganz geringer Tiefe auftritt.

Ich habe oben nur die tatsächlichen Temperaturverhältnisse berücksichtigt, unbekümmert darum, woher das warme und kalte Wasser stammt. Man muss sich aber fragen, ob nicht Wasserströmungen auf die Verteilung der Fauna oder sogar auf die Zusammensetzung des Eisfjordsbestandes einwirken können. N. Odhner hat in seiner mir im Manuskript vorliegenden Arbeit über die Eisfjordmollusken die schon oben erwähnte Hypothese ausgesprochen, »dass man im Eisfjord mit zwei oberflächlichen Strömungen zu rechnen hat, einer warmen und einer kalten, die mit einander abwechseln»; wenigstens mehrere der seltener auftretenden Mollusken gelangen entweder mit dem kalten oder warmen Strom in den Fjord.

Wie ich oben bemerkt habe, dringt atlantisches Tiefenwasser alljährlich in den Eisfjord hinein, und auch das Oberflächenwasser erhält wahrscheinlich wenigstens bisweilen eine Beimischung von atlantischem Wasser; die Existenz eines kalten Stromes kann ebensowenig erwiesen wie geleugnet werden.

Was die Echinodermen betrifft, hat man, wie ich oben (S. 166) bemerkt habe, keine Ursache anzunehmen, dass sich der Eisfjordbestand von aussen her rekrutieren muss. Die allermeisten Arten sind sicher konstante Mitglieder der Fauna. In bezug auf zwei seltene Arten, *Pteraster obscurus* und *Pontaster tenuispinus*, ist es nicht ausgeschlossen, dass sich der schwache Eisfjordbestand wenigstens hauptsächlich von den Küstenbänken rekrutiert; die Larven können in diesen Fällen ebensogut mit dem warmen wie mit dem kalten Wasser hineinkommen. Ziemlich unwahrscheinlich, obgleich nicht unmöglich ist es, dass die niederarktischen bzw. niederarktisch-borealen Arten *Solaster endeca*, *Chirodota laevis* und *Psolus phantapus* mit dem atlantischen Wasser in den Fjord gelangen. Die Kaltwasserarten sind alle mehr oder weniger gemein im Eisfjord; wenn Larven dieser Arten mit einem möglicherweise existierenden kalten Strom von Ostspitzbergen bis in den Eisfjord transportiert werden, so dürfte dies keinen Einfluss auf die Häufigkeit oder die Verbreitung dieser Tiere haben. Die Verteilung der Fundorte wird in genügender Weise durch die tatsächlich konstatierten hydrographischen Verhältnisse erklärt.

Was die übrige Fauna des Eisfjords betrifft, kann ich mich natürlich hier nur ganz kurz äussern. Dass südliche Gäste als Larven mit dem atlantischen Wasser in den Fjord gelangen können, steht über allem Zweifel; sichere Beweise für diese Annahme findet man unter den Fischen (*Gadus callarias*, *G. aeglefinus*). Dieser Transport kann natür-

lich mit dem Unterstrom geschehen und beweist nichts für das Vorhandensein eines oberflächlichen Astes.

Dagegen dürfte es gegenwärtig kaum möglich sein, unter den Kaltwassertieren einige Arten herauszufinden, welche sich sicher nicht im Eisfjord fortpflanzen und also das Vorhandensein eines kalten Stromes beweisen. Wenn eine Art selten im Eisfjord gefunden worden ist, so folgt daraus nicht ohne weiteres, dass sie sich dort nicht vermehrt oder dass der Eisfjordstamm zeitweilig Zuschüsse von anderen Gegenden empfängt; und die früheren Beobachtungen im Fjord sind zu lückenhaft und zufällig, um einige Schlüsse auf Wechsel im Artenbestand zu erlauben. Doch mögen sowohl unter den Mollusken wie in anderen Gruppen einzelne Arten existieren, deren Auftreten die erwähnte Annahme wahrscheinlich macht. Ich möchte hier nur hervorheben, dass weder die hydrographischen, noch die faunistischen Untersuchungen gegenwärtig einige Beweise für das Vorhandensein eines vom Küstenstrom abgelenkten kalten Stromes erbracht haben und dass unter den Echinodermen (und auch den decapoden Crustaceen) keine Kaltwasserarten im Eisfjord leben, welche dort nicht völlig zu Hause sind.

Einwirkung des Salzgehalts.

Über die Schwankungen im Salzgehalt genügen einige kurze Bemerkungen, nach unseren hydrographischen Beobachtungen zusammengestellt (Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionen 1910).

Die Fjordtiefe unterhalb von 200 m ist von »atlantischem» (s. oben), verhältnismässig salzigem Wasser erfüllt; der Salzgehalt wechselt zwischen 34,72 (meist 34,76) und 34,96 ‰. Mit abnehmender Tiefe sinkt der Salzgehalt allmählich, beträgt aber fast stets bis 40 m, meist noch bis 30 m oder weniger mehr als 34 ‰. In der Mitte des Fjordes findet man noch in der Oberfläche Wasser von etwa 31—mehr als 33 ‰ Salzgehalt; in den peripheren Teilen ist der Fjord durch eine oberflächliche Schicht von weniger als 30 ‰ Salzgehalt bedeckt, deren Dicke fast stets weniger als 5 m beträgt. An Stellen mit starkem Zufluss von Schmelz- oder Flusswasser sinkt der Salzgehalt in der Oberfläche sogar unter 20 ‰.

Über die Einwirkung dieser Schwankungen auf die Verbreitung der Echinodermen kann gegenwärtig wenig gesagt werden. Aus einem einzigen kleinen Gebiet kann man kaum einige sichere Schlussfolgerungen ziehen, und aus andern Gegenden liegen sehr dürftige Beobachtungen vor.

Alle Echinodermen — in erster Linie wohl die Larven, aber auch die erwachsenen Tiere — sind bekanntlich mehr oder weniger empfindlich gegen Aussüssung des Seewassers, und in wirklich brackigem Wasser findet man keine Echinodermen (einzelne Arten, wie *Asterias rubens*, ertragen jedoch eine verhältnismässig starke Herabsetzung des Salzgehalts). Es gibt jedoch grosse Unterschiede in der Empfindlichkeit — oder Unterschiede in der Halopathie, wenn man (in Analogie mit Thermopathie) einen besonderen Ausdruck für »Abhängigkeit vom Salzgehalt» schaffen will —, und die weniger empfindlichen Arten sind natürlich im Vergleich mit den übrigen als euryhalin zu bezeichnen. Unter den Eisfjordarten kann man folgende Gruppen unterscheiden:

1. Ausgesprochen euryhaline Arten, einen Salzgehalt von (meist bedeu-

tend) weniger als 30 ‰ ertragend. *Ophiura nodosa* und *Myriotrochus rinkii*, wohl auch *Stichaster albulus* steigen im Eisfjord bis in die dünne Oberflächenschicht mit ihrem niedrigen und zweifellos stark wechselnden Salzgehalt hinauf. Dass wenigstens die beiden ersteren ausgeprägt euryhalin sind, wird auch durch eine vereinzelte frühere Beobachtung angedeutet; beide wurden von der Vega-Expedition an der sibirischen Küste einmal in Wasser von etwa 27 ‰ Salzgehalt gefunden (Vega St. 75; Stuxberg 1882; *M. rinkii* als *Chirodota laevis* bezeichnet, s. oben S. 144, 150).

Die übrigen Arten fehlen in dieser Oberflächenschicht; daraus folgt aber keineswegs, dass sie deren niedrigen Salzgehalt nicht ertragen. In bezug auf diejenigen Arten, welche eben bis zur unteren Grenze dieser Schicht (etwa 5 m), aber nicht höher, hinaufsteigen, könnte diese Annahme besonders nahe liegen, diese Tiere leben jedoch in allen Gegenden in der Regel erst von dieser Tiefe an; Beobachtungen in andern Meeren zeigen in der Tat, dass mehrere sowohl unter diesen wie unter den erst in noch etwas grösserer Tiefe auftretenden Arten einen wenigstens ebenso niedrigen Salzgehalt wie die zuerst erwähnten Arten ertragen. Solche sind vor allem *Strongylocentrotus droebachiensis* und *Solaster papposus*, die einzigen Eisfjordechinodermen, welche aus der Kielerbucht bekannt sind. Die erstere Art ist im Kattegatt in Wasser von weniger als 20 ‰ Salzgehalts gefunden worden und ist gemein bei einem Salzgehalt von 25 ‰ (s. Petersen 1889; der Salzgehalt ist aus den Karten und den Gewichtsbestimmungen in der Stationsliste [Petersen 1889 a] zu entnehmen); die letztere Art scheint im Kattegatt in Wasser von weniger als 25 ‰ Salzgehalt nicht beobachtet zu sein, muss aber wohl in der Kielerbucht und im Fehmarn Belt eine Herabsetzung des Salzgehalts bis zu etwa 20 ‰, vorübergehend vielleicht mehr, ertragen. Ungefähr oder annähernd ebenso euryhalin sind *Ophiopholis aculeata* (im Kattegatt mehrere Fundorte mit 22—29 ‰ Salzgehalt) und *Asterias linckii* (im Weissen Meer mehrere Fundorte mit Salzgehalt von etwa 24—28 ‰ [Knipowitsch 1896]; von der Vega-Expedition an der sibirischen Küste wurde sogar an einem Fundort ein Salzgehalt von weniger als 20 ‰ beobachtet [Stuxberg 1882]), ferner wahrscheinlich *Henricia sanguinolenta* (an der schwedischen Skagerakküste im baltischen Oberflächenwasser lebend; im Fehmarn-Belt gefunden), *Psolus phantapus* (im Kattegatt zwei Fundorte mit einem Salzgehalt von etwa 23 bzw. 25 ‰; im Öresund bis zu etwa 15 m Tiefe hinaufsteigend), *Cucumaria frondosa* (im norwegischen Skjærgaard an der Ebbegrenze lebend; wohl zweifelhaft, ob mehr als ganz vorübergehend eine stärkere Aussüssung des Wassers als bis zu z. B. etwa 25 ‰ ertragend) und vielleicht *Asterias groenlandica* (allerdings nur eine vereinzelte Beobachtung: an der sibirischen Küste in Wasser von etwa 25 ‰ Salzgehalt gefunden [Stuxberg 1882]). — Die obigen Zifferangaben mögen teilweise wenig beweisend sein, da es sich um zufällige Funde handeln und die Embryonalentwicklung vielleicht in salzigerem Wasser geschehen kann; doch unterliegt es keinem Zweifel, dass die erwähnten Arten euryhalin sind.

2. Weniger ausgeprägt euryhaline, aber doch eine Herabsetzung des Salzgehalts bis auf etwa 30 ‰ oder wenigstens 31 oder 32 ‰ ertragende Arten. Unterhalb der dünnen Oberflächenschicht bewegen sich im Eisfjord die Schwankungen im Salzgehalt zwischen etwa 30 und nahezu 35 ‰. Die diese Schwankungen ertragenden Arten sind natürlich verhältnismässig euryhalin, obgleich nicht in so hohem Grade wie

die vorigen. Nach der Verbreitung im Eisfjord können zwei Arten hieher gerechnet werden, *Ophiura robusta* und *Ophiocten sericeum;* die letztere Art könnte ja möglicherweise noch euryhaliner sein; dass für die erstere die oben angegebene Grenze gilt, geht aus der Verbreitung im Kattegatt hervor, wo sie in Wasser mit einem Salzgehalt bis zu 31 ‰ hinab, aber nicht weniger, gefunden wurde (Petersen l. c.).

Unter den im Eisfjord nur in salzigerem Wasser beobachteten Echinodermen gehören wenigstens *Solaster endeca* (im Kattegatt mehrere Funde in Wasser von 30—33 ‰ Salzgehalt) und *Ophiura sarsii* hieher. Die letztere Art wurde im Eisfjord nur in Wasser von mehr als 34 ‰ Salzgehalt gefangen; im Kattegatt lebt sie nach Petersen in tiefem Wasser von niedriger Temperatur und hohem Salzgehalt. Indessen zeigen eben die Beobachtungen im Kattegatt (viele Fundorte mit einem Salzgehalt von 32—33 ‰, ein Fundort 31 ‰), dass die Art ziemlich euryhalin ist. Andere Arten sind bloss nach vereinzelten Beobachtungen hieher zu stellen: *Ctenodiscus crispatus* (ausschliesslich nach der Verbreitung im Trondhjemsfjord zu urteilen), *Poraniomorpha tumida, Lophaster furcifer, Asterias panopla* (diese drei nach ganz vereinzelten Funden der Vega-Expedition in Wasser von etwa 31 ‰ Salzgehalt), *Heliometra eschrichtii* (mehrere Funde der Vega-Expedition in Wasser mit einem Salzgehalt zwischen etwa 31 und 33 ‰, andererseits aber z. B. im Eisfjord nur in salzigem Wasser gefunden); da die Beobachtungen so spärlich sind, ist es natürlich möglich, dass diese Arten sowohl mehr als weniger euryhalin sind. Auch *Asterias hyperborea* dürfte hier zu nennen sein (wenn sie nicht noch euryhaliner ist).

3. Stenohaline Arten. Einige von den im Eisfjord nur in Wasser von mehr als 34 ‰ Salzgehalt lebenden Arten können, wie aus dem Obigen hervorgeht, einen bedeutend niedrigeren Salzgehalt ertragen; das Fehlen im weniger salzigen Wasser des Fjords muss folglich andere Ursachen haben. Auch in den übrigen Fällen, wo das Vorkommen in Wasser von niedrigerem Salzgehalt nirgends nachgewiesen ist, muss man diese Möglichkeit offen lassen; es ist folglich vorläufig ungewiss, ob sich unter den Eisfjordechinodermen einige wirklich stenohaline Arten befinden. Wenn solche vorhanden sind, so handelt es sich wahrscheinlich am ehesten um folgende Arten: *Pontaster tenuispinus* (wie es scheint nirgends in Wasser von geringerem Salzgehalt als etwa 34,5 ‰ beobachtet), *Ophioscolex glacialis* (niedrigster Salzgehalt im Eisfjord 34,18 ‰; so weit ich finden kann auch sonst nie in Wasser von geringerem Salzgehalt beobachtet), *Eupyrgus scaber* (die beschränkte Vertikalverbreitung im Eisfjord möglicherweise auf den Salzgehaltverhältnissen beruhend: die untere Grenze in diesem — sehr unsicheren — Falle schon bei etwa 34,5 ‰; s. oben S. 153).

Über die Halopathie der oben nicht erwähnten Arten (*Pteraster militaris, P. obscurus, Amphiura sundevalli, Ophiacantha bidentata, Gorgonocephalus agassizi* und *Chirodota laevis*) wage ich überhaupt keine Vermutungen zu äussern.

Übrige Faktoren.

Bodenbeschaffenheit, Tiefe, Wassertemperatur und Salzgehalt sind natürlich nicht die einzigen Faktoren, welche die Verbreitung der Echinodermen im Eisfjord beeinflussen, obgleich die Hauptzüge der Verbreitung meiner Meinung nach durch sie, besonders durch die drei erstgenannten, bestimmt werden. Andere Faktoren, welche auf die Ver-

breitung einwirken können, sind vor allem die Nahrungsverhältnisse, die Konkurrenz mit anderen Arten und überhaupt rein biologische Verhältnisse. Über den allfälligen Einfluss dieser Faktoren kann man jedoch gegenwärtig nichts sagen; ich kann nur auf die Möglichkeit ihrer Einwirkung aufmerksam machen.

Man könnte mir den Vorwurf machen — und wird es zweifellos auch tun —, dass ich die Bedeutung der Beziehungen der Tiere untereinander unterschätzt habe. Das habe ich keineswegs; eines der wichtigsten Ziele unserer Untersuchungen im Eisfjord war eben das Studium seiner Tiergemeinschaften. Die — leider sehr unvollständigen — Ergebnisse dieser Untersuchungen werden erst später, nach der Bearbeitung der speziellen Tiergruppen, vorgelegt werden. Ist es aber dann vielleicht ganz aussichtslos, die Verbreitung der Tiere nach den oben angewandten Gesichtspunkten zu analysieren?

C. G. J. Petersen hat in seiner ausserordentlich wichtigen, für die künftige Forschung richtungsgebenden Arbeit über die Tiergesellschaften des Meerbodens (1913) die Auffassung geäussert, dass die marine Tiergeographie künftighin ganz und gar auf dem Studium der Tiergemeinschaften basiert werden muss; das Zusammenleben der Tiere ist »von entscheidender Bedeutung für die Existenz und daher auch die Verbreitung der Tiere». Wer nicht zuvor von der Richtigkeit dieser letzten Ansicht überzeugt war, wird sie zweifellos nach den Darlegungen des dänischen Forschers unterschreiben. Trotzdem wage ich die Ansicht zu hegen, dass die äusseren Faktoren nicht nur eine nebensächliche, sondern eine äusserst bedeutungsvolle, wenigstens in arktischen Gegenden gewissermassen eine wichtigere Rolle spielen. Ich glaube, dass gerade die Verbreitung der Echinodermen im Eisfjord eine Stütze für diese Auffassung gibt; die groben Züge der Verbreitung werden dort durch die äusseren Verhältnisse regliert; die Beziehungen zu andern Arten mögen in einigen Fällen nur modifizierend, in andern mehr wesentlich einwirken.

Die Untersuchung der Tiergemeinschaften und die Analyse der Verbreitung der einzelnen Arten sind zwei Wege, welche beide unentbehrlich sind und einander ergänzen. Um das Ziel zu erreichen, muss man beide Wege verfolgen. Doch kommt man durch blosse Berücksichtigung der äusseren Lebensbedingungen so weit, dass man das Ziel in der Ferne erblickt.

Wenn man findet, dass die gegenseitigen Beziehungen der Tiere eine alle äusseren Faktoren verdunklende Bedeutung hat, so vergisst man leicht folgenden Sachverhalt: Wenn eine Tiergesellschaft über grosse Gebiete verbreitet ist und überall dieselbe Charaktertiere aufweist, so sind mehrere von diesen gewiss oft von einander abhängig; das gemeinsame Vorkommen hat aber in andern Fällen einfach den Grund, dass die Tiere von denselben äusseren Bedingungen abhängig sind. Viele Arten sind Mitglieder von zahlreichen ganz verschiedenen Tiergesellschaften; Beziehungen zu andern Arten existieren natürlich auch dann, man kann aber nicht glauben, dass die Verbreitung hauptsächlich dadurch bestimmt wird. Schliesslich gibt es eine Menge von Arten, welche so selten sind, dass sie nirgends Charaktertiere von Tiergemeinschaften sind; in solchen Fällen muss man den Weg der Einzeluntersuchung gehen, wenmöglich natürlich auch dabei unter Berücksichtigung biologischer Verhältnisse. Denn niemand kann wohl verlangen, dass man bei tiergeographischen Untersuchungen solche Arten unberücksichtigt

lassen soll; sie haben oft eine interessante, vielleicht für unsere Auffassung grundlegende Verbreitung. — Selbstverständlich glaube ich nicht, dass der dänische Forscher solche Verhältnisse übersehen hat; ich stelle mich vor, dass seine Auffassung kaum wesentlich verschieden ist, obgleich er natürlich in einer Arbeit über Tiergesellschaften die sich aus ihrem Studium ergebenden Gesichtspunkte betont hat. Unter keiner Bedingung darf man die obigen bescheidenen Bemerkungen als eine Kritik der neuen Gesichtspunkte PETERSEN's auffassen; ich denke nur, dass sie vielleicht von Forschern mit geringerer Erfahrung missverstanden werden können.

Hier dürfte auch der Platz sein, einige Bemerkungen über die Einwirkung der Tiefe anzuknüpfen. Wenn von einer »direkten» Einwirkung der Tiefe oder einer Abhängigkeit von gewissen Tiefen gesprochen wird, so ist natürlich damit nur gemeint, dass ein Tier überall in diesen Tiefen lebt, nicht nur dann, wenn das Wasser eine gewisse Temperatur oder der Boden eine gewisse Beschaffenheit hat. Natürlich brauchen nicht die Druck- oder Lichtverhältnisse oder andere Umstände, die direkte Folgen der Tiefe sind, entscheidend zu sein; es kann sich um unbekannte Faktoren handeln, die in einer gewissen Tiefe auftreten, ohne direkt durch sie hervorgerufen zu sein. Auch ein Einfluss des Salzgehalts kann in einigen Fällen nicht ausgeschlossen werden; bisweilen ist es schwierig, die Einwirkung der Bodenbeschaffenheit von der »direkten» Einwirkung der Tiefe abzugrenzen (mehrere Beispiele oben).

Zusammenwirken der Faktoren Bodenbeschaffenheit, Tiefe, Wassertemperatur und Salzgehalt: das Verbreitungsbild der Echinodermen im Eisfjord.

Ich werde nun zu zeigen versuchen, wie die charakteristische Verbreitung der einzelnen Arten durch Zusammenwirken der oben erörterten äusseren Faktoren bedingt wird. Natürlich tritt dieser Zusammenhang zwischen Verbreitung und äusseren Bedingungen nur bei den mehr oder weniger gemeinen Arten klar zu Tage, umso klarer je häufiger die Art ist.

Der wichtigste Faktor ist in der Regel die Tiefe. Die Bodenbeschaffenheit ist von Wichtigkeit für die den harten Grund bevorzugenden Arten; solcher Boden ist ja fast nur in geringer Tiefe vorhanden. Bei den Schlammarten übt sie dagegen keinen grösseren Einfluss auf das allgemeine Verbreitungsbild aus, weil Schlammboden auch in geringer Tiefe überall vorkommt. Ein Einfluss der Temperatur kann nur bisweilen konstatiert werden, hat aber dann um so grösseres Interesse. Über die Einwirkung des Salzgehalts kann wenig Sicheres gesagt werden; die Schwankungen sind schon von geringer Tiefe an so unbedeutend, dass sie für gewöhnlich die horizontale Verbreitung nicht beeinflussen können.

1. Über den ganzen Fjord oder wenigstens alle Hauptteile desselben verbreitet

Unter den gemeineren Arten sind folgende mehr oder weniger eurybath, eurytherm und an Schlammboden gebunden oder solchen Grund bevorzugend (die meisten auch ziemlich euryhalin): *Ophiocten sericeum*, *Ctenodiscus crispatus*, *Ophiacantha bidentata*, *Ophioscolex glacialis*.

Unter diesen Arten ist *Ophiocten sericeum* die am meisten eurybathe und zugleich die häufigste. Es ist daher nicht verwunderlich, dass diese Ophiuride in der ganzen

horizontalen und vertikalen Ausdehnung des Fjords verbreitet ist, mit Ausnahme nur von einer ganz schmalen Uferzone; sie lebt von der grössten Tiefe am Eingang an bis in den innersten Teil aller grösseren und kleineren Verzweigungen des Fjords (s. die Karte 4).

Ctenodiscus crispatus, *Ophiacantha bidentata* und *Ophioscolex glacialis* sind weniger eurybath und stehen sogar auf der Grenze zu den »Tiefenarten»; sie steigen bis zu 30 oder 40 m auf und sind am häufigsten in noch etwas grösserer Tiefe (für alle Einzelheiten verweise ich auf die Übersicht der Vertikalverbreitung, S. 169 ff.). Da der grösste Teil des Eisfjords mehr als 50 m tief ist, können auch diese Arten in allen Hauptteilen des Fjords vorkommen; der Unterschied zwischen ihnen und *Ophiocten sericeum* besteht, wie die Karten 3 und 4 zeigen, hauptsächlich darin, dass sie in einer breiteren Randzone fehlen oder selten sind. Sie fehlen demnach auch in den seichteren Buchten oder wenigstens in den inneren, grösseren Partien derselben (Tundra Bay, Yoldia Bay, Ekman Bay, Coles Bay). Übrige Unregelmässigkeiten in der Verbreitung dürften darauf beruhen, dass keine dieser Arten so gemein wie *Ophiocten sericeum* ist; dass *C. crispatus* nicht in der Ymer, Dickson und Tempel Bay, *O. glacialis* nicht in der Dickson und Billen Bay (in der letzteren früher beobachtet) gefunden wurde, erklärt sich somit dadurch, dass dort nur wenige Stellen in grösserer Tiefe untersucht wurden. Das Fehlen von *Ophioscolex glacialis* in der Svensksundstiefe und in den äusseren Baien ist schwierig zu erklären (vgl. S. 118).

Da die oben erwähnten Arten in ihrer Abhängigkeit von den äusseren Bedingungen so grosse Ähnlichkeiten zeigen, ist es nicht verwunderlich, dass sie zum grossen Teil an denselben Stationen gefangen wurden; die am meisten eurybathe Art, *Ophiocten sericeum*, wurde natürlich an vielen Stellen ohne Gesellschaft der übrigen gefunden; von den übrigen fanden wir *Ophiacantha bidentata* an mehreren Stellen, wo die anderen fehlten, offenbar eine Folge davon, dass diese Art keine reine Schlammart ist. *Ctenodiscus crispatus* und *Ophioscolex glacialis* wurden mit Ausnahme einer Station (St. 33) und abgesehen von zufälligen Funden und von einer Stelle, wo das Netz unklar war (St. 97; *O. sericeum* war zweifellos auch hier vorhanden), nur in Gesellschaft von *O. sericeum* gefangen. — Unter den selteneren Arten kann *Lophaster furcifer* in diesem Zusammenhang erwähnt werden.

2. Im ganzen Fjord verbreitet oder in der zentralen Partie wenigstens bis zu 250 m hinabsteigend, die Hauptverbreitung jedoch in geringer und mässiger Tiefe.

A. *Strongylocentrotus droebachiensis* und *Ophiopholis aculeata* (Karte 4) sind eurybath (wenigstens in andern Gegenden), eurytherm, euryhalin und leben auf verschiedenem Grund, jedoch harten Grund bevorzugend. Sie leben daher in der ganzen horizontalen Ausdehnung des Fjords, haben aber ihre Hauptverbreitung in geringer und mässiger Tiefe, wenn sie auch nicht in der tiefen zentralen Partie fehlen; die erstere, sehr gemeine Art dringt dort bis in die grösste Tiefe hinab, die letztere, welche noch merklicher den Schlammboden meidet, nur bis zu 260 m. Die beiden Arten leben oft zusammen; die Fundorte für *S. droebachiensis* sind zahlreicher, weil diese Art teils überhaupt gemeiner ist, teils weniger selten auf Schlammboden ist, teils bis in geringere Tiefe hinaufsteigt. — Unter den selteneren Arten hat *Solaster papposus* und zweifellos auch *Hen-*

ricia sanguinolenta eine ähnliche Verbreitung; auch *Pteraster militaris* dürfte in diesem Zusammenhang zu nennen sein.

B. Auch *Heliometra eschrichtii* fehlt in der tiefsten zentralen Partie; sie ist eurybath und arktisch-eurytherm; im Gegensatz zu den vorigen ist sie eher seltener auf reinem Steingrund. Das (übrigens wohl kaum sicher konstatierte) Fehlen in der grössten Tiefe muss jedoch auf der Bodenbeschaffenheit oder anderen lokalen Verhältnissen beruhen. Diese Art nimmt dadurch eine Sonderstellung ein, dass sie in der äusseren Hälfte des Fjords nur in beträchtlicher Tiefe (unterhalb von 70 m) auftritt; auch diese Beschränkung in der Verbreitung muss ähnliche Ursachen haben.

C. Zwei andere, nicht häufige Arten, *Ophiura robusta* und *Amphiura sundevalli*, zeigen ungefähr dasselbe allgemeine Verbreitungsbild wie *Strongylocentrotus droebachiensis* und *Ophiopholis aculeata* (*A. sundevalli* aus den innersten Teilen des Fjords nicht bekannt), wenn sie auch vielleicht nicht selten in der Mitte des Fjordstammes auftreten. Das Fehlen in der tiefsten Partie wird hier nicht durch die Bodenbeschaffenheit verursacht, sondern beruht darauf, dass diese Arten weniger eurybath sind.

3. Auf eine Randzone rings um den Fjord beschränkt.

A. *Stichaster albulus* (Karte 3) und *Asterias groenlandica* sind Seichtwasserarten, arktisch-eurytherm, euryhalin und an harten Boden gebunden. Wie man hieraus verstehen kann, sind sie wie die meisten bisher erwähnten Arten vom Eingang bis in die innersten Zweige verbreitet — das Fehlen in einigen Abschnitten ist zweifellos nur scheinbar und beruht auf ungenügender Erforschung derselben—, sie fehlen aber vollständig in der ganzen zentralen Partie des Fjords und sind auf eine schmale Randzone beschränkt. Der Unterschied in der Verbreitung zwischen ihnen und den Arten der Gruppe 2 ist also nur der, dass sie die zentrale Tiefenpartie noch vollständiger meiden; die Arten der Gruppe 2 stehen in ihrer Verbreitung zwischen den überall und den nur in einer Randzone verbreiteten Arten. — Von den selteneren Arten gehört wenigstens *Asterias hyperborea* hieher.

B. *Ophiura nodosa* ist ebenfalls eine Seichtwasserart, arktisch-eurytherm und euryhalin, aber vorwiegend auf Schlammgrund lebend. Man würde daher erwarten, dass die Art zwar an anderen Stellen als die vorigen Arten vorkomme, aber doch dasselbe allgemeine Verbreitungsbild darbiete. Nach den bisherigen Funden zu urteilen scheint das Tier jedoch fast ausschliesslich im äusseren Teil des Fjords, besonders an der Südküste, vorzukommen (s. Karte 3). Wie ich im Speziellen Teil (S. 86) näher ausgeführt habe, kann man jedoch den bisherigen Beobachtungen keine absolute Beweiskraft zuerkennen und darf jedenfalls nicht die Seltenheit in den inneren Fjordabschnitten mit der Kälte derselben in Zusammenhang bringen.

Myriotrochus rinkii (Karte 2) zeigt ungefähr dasselbe allgemeine Verbreitungsbild wie *Stichaster albulus*, obgleich die von ihm bewohnte Randzone etwas breiter ist (er ist ferner sehr gemein, die Resultate daher sicherer), ist aber eine reine Schlammart. Das Fehlen in der ganzen zentralen Partie des Fjords hat aber auch nicht dieselbe Ursache wie bei *Ophiura nodosa*, sondern beruht aller Wahrscheinlichkeit nach darauf, dass dieses Tier eine mehr ausgeprägt stenotherme Kaltwasserart als die bisher erwähnten arktischen Echinodermen ist und das warme Wasser der Fjordtiefe meidet.

4. In allen Hauptteilen des Fjords verbreitet oder an der Südküste fehlend (auch keine Funde in der Billen und Dickson Bay), aber wahrscheinlich sowohl in der obersten Zone (vielleicht oberhalb von 50 m) wie in der grössten Tiefe fehlend: *Asterias panopla* (Karte 1). Diese Art lebt vorwiegend auf Schlammboden und ist in andern Gegenden mehr eurybath. Die charakteristische Verbreitung im Eisfjord wird durch die Annahme verständlich, dass sie eine — wohl in noch höherem Grade als die vorige Art — ausgeprägte stenotherme Kaltwasserart ist.

5. Auf die inneren und nördlichen Teile des Fjords beschränkt.

Drei Arten meiden deutlich nicht nur, wie die zuletzt erwähnten, das atlantische Wasser der Fjordtiefe, sondern sind wenigstens hauptsächlich auf die inneren und nördlichen Teile des Fjords beschränkt. Der Unterschied gegenüber *Myriotrochus rinkii* und besonders *Asterias panopla* ist nicht tiefgreifend — auch die letztere scheint ja am äusseren Teil der Südküste zu fehlen; von den hier in Rede stehenden Arten dringt *Asterias linckii* so weit nach aussen wie bis vor die Advent Bay — das horizontale Verbreitungsbild ist aber so charakteristisch, dass diese Tiere gesondert behandelt werden müssen. Die Ursache der beschränkten Verbreitung ist auch in diesem Falle die, dass diese Arten mehr oder weniger ausgesprochene Kaltwassertiere sind. Alle drei Arten sind im Eisfjord nur auf Schlammboden gefunden worden; sowohl in der horizontalen wie in der vertikalen Verbreitung weisen sie einige interessante Unterschiede auf.

A. *Poraniomorpha tumida* (Karte 2) ist nicht ausserhalb des Nord- und Ostarms und in nur wenig wechslender Tiefe (etwa 130—190 m) angetroffen worden; sie ist sonst eurybath. B. *Asterias linckii* (Karte 1) ist äusserst gemein in den inneren Fjordzweigen, und zwar von 5 m an bis in etwa 150 m Tiefe; sie lebt ausserdem am inneren Teil der Nordküste des Fjordstamms sowie vor der Advent Bay (früher sogar einmal in dieser Bucht gefangen), dort jedoch nur in der kalten Wasserschicht; sie steigt in andern Gegenden ein wenig tiefer als im Eisfjord hinab. C. *Gorgonocephalus agassizi* nimmt dadurch eine bemerkenswerte Sonderstellung ein, dass er, nach den bisherigen Funden zu urteilen, auf ein kleines Gebiet im mittleren Teil des Fjords beschränkt ist, wo er zwischen etwa 100 und 260 m lebt (s. Karte 2). Er findet sich in der Regel nirgends in beträchtlich seichterem Wasser, steigt aber bei kälterem Tiefenwasser bis in grosse Tiefe hinab. Wenn diese Art in den inneren Fjordzweigen fehlt (und nicht etwa nur wegen der Beschränkung auf grössere Tiefen dort nicht gefunden worden ist), so kommt das wohl daher, dass er überhaupt vorwiegend Küstenbänke und offene Meeresbuchten zu bewohnen scheint.

6. Auf den äusseren Teil des Fjords beschränkt.

A. *Ophiura sarsii* ist gemein vom Eingang bis in den Nord- und Ostarm; weiter innen wurde nur ein vereinzeltes Exemplar erbeutet (im äussersten Teil der Billen Bay) und die Art fehlt vollständig in den innersten, kalten Teilen des Fjords (s. Karte 1). Diese Verbreitung wird durch die Temperaturverhältnisse bedingt (s. S. 76—77), und die Art bildet daher einen ausgesprochenen Gegensatz zu den Kältearten der Gruppe 5. Sie ist eine reine Schlammart, ziemlich euryhalin und steht in ihrer Tiefenverbreitung auf der Grenze zwischen den eurybathen und den Tiefenarten. Abgesehen von der Thermopathie stimmt sie demnach mit *Ctenodiscus crispatus, Ophiacantha*

bidentata und *Ophioscolex glacialis* überein und lebt wie diese hauptsächlich im Fjordstamm und in den tieferen Buchten.

B. *Eupyrgus scaber* ist ebenfalls eine Schlammform und in andern Gegenden ziemlich eurybath; im Eisfjord ist er ausschliesslich im Fjordstamm und in den Baien nahe am Eingang, in mehr als etwa 90 m Tiefe gefunden worden (s. Karte 2). Die Art ist arktisch-eurytherm; wenn die Verbreitung wirklich die angegebene Einschränkung aufweist, so muss folglich die Ursache dafür unklar erscheinen (möglicherweise mit dem Salzgehalt des Wassers zusammenhängend).

Unter den selteneren Arten sind in diesem Zusammenhang *Pontaster tenuispinus* und *Pteraster obscurus* zu erwähnen, da sie in ziemlicher Tiefe leben und möglicherweise nicht in den innersten Teil des Fjords eindringen.

Die meisten seltenen Eisfjordechinodermen habe ich oben ganz nebenbei erwähnt, im Zusammenhang mit denjenigen gemeineren Arten, mit welchen sie am besten übereinzustimmen scheinen. Vier Arten habe ich ganz ausser Betracht lassen müssen: *Solaster endeca*, *Psolus phantapus*, *Cucumaria frondosa* und *Chirodota laevis*. Die drei (vor allem zwei) letzteren sind Seichtwasserarten; die erstere ist in andern Gegenden eurybath (obgleich im Eisfjord nur in der grössten Tiefe gefunden). Ob sie in allen Teilen des Eisfjords — die letzteren Arten jedenfalls nur in einer Randzone — oder möglicherweise nur im äusseren Teil vorkommen, muss unbestimmt gelassen werden.

Allgemeine Verbreitung der Echinodermen der arktischen Region.

Historischer Überblick.

Es scheint mir von Interesse zu sein, an dieser Stelle eine kurze Übersicht über die Fortschritte zu geben, welche unsere Kenntnis von der Verbreitung der arktischen Echinodermen und die wissenschaftliche Verwertung der Tatsachen im Laufe der Zeit gemacht haben. Diese Fortschritte sind natürlich untrennbar mit denjenigen der allgemeinen marinen Tiergeographie verknüpft, und eine Darstellung, wie die folgende, muss auf dem Hintergrund der Entwicklung dieses ganzen Wissenschaftzweiges betrachtet werden, will man den einzelnen Forschern und ihren Anschauungen die gerechte Beleuchtung zuteil werden lassen. Ein solche breite Basis kann ich dieser Übersicht nicht geben, sondern stelle einfach die wichtigsten Arbeiten über die Verbreitung der arktischen Echinodermen zusammen. Ich erwähne nur Arbeiten, in welchen allgemeine Gesichtspunkte hervortreten, und vor allem Ansichten, die ich in der späteren eigenen Darstellung zu berücksichtigen habe.

Der erste Platz gehört, wie sich gebührt, Edward Forbes, wohl zweifellos dem weitblickendsten unter den Begründern der marinen Tiergeographie. In seinem bewundernswerten, erst mehrere Jahre nach seinem Tode erschienenen Buch »The natural history of the European Seas» (1859) unterscheidet er eine circumpolare arktische Provinz, welche, abgesehen von der Tiefseefauna und teilweise auch von den Übergangsgebieten,

so ziemlich mit der arktischen Region, wie wir sie jetzt auffassen, zusammenfällt. Die Echinodermen werden allerdings nur flüchtig besprochen, doch hebt FORBES das Vorhandensein von mehreren nicht ausserhalb des arktischen Gebietes lebenden Arten hervor.

Eine Arbeit, die in bezug auf diese spezielle Gruppe grundlegend ist und überhaupt von scharfem Blick für die tiergeographischen Probleme zeugt, ist LÜTKEN's 1857 in dänischer Sprache erschienene Übersicht der Echinodermenfauna von Grönland. Von dem »arktischen Meeresgürtel» dieses Forschers gilt ungefähr dasselbe wie von FORBES' arktischer Provinz. Er unterscheidet mehrere tiergeographische Gruppen, von welchen — abgesehen von den südlichen Arten — besonders zwei wichtig sind: 1. in ostwestlicher Richtung weit verbreitete, für das arktische und das boreale Gebiet gemeinsame Arten; 2. in ostwestlicher Richtung weit verbreitete, hauptsächlich arktische Arten. Diese Einteilung hat noch völlige Gültigkeit, obgleich die zu der letzteren Gruppe gerechneten Arten teilweise eine weite Verbreitung ausserhalb der arktischen Region haben. Ausserdem unterscheidet LÜTKEN östliche und westliche Arten, teilweise arktisch, teilweise arktisch und boreal; die hier erwähnten Arten sind jedoch zum grossen Teil rein südlich, und die übrigen haben sich mit einer Ausnahme (*Ophiura stuwitzii*) als in ostwestlicher Richtung weit verbreitet erwiesen (die meisten sind sogar zirkumpolar).

MICHAEL SARS, der schon 1850 einige Bemerkungen über die Verbreitung einzelner Arten veröffentlichte, gibt in seiner berühmten Arbeit über die Echinodermen von Norwegen (1861) folgende Übersicht der Verbreitung der Arten:

1. Arktische Arten, gemeinsam für Grönland oder die Ostküste von Nordamerika und Finnmarken mit den Lofoten.
   a. Arten »mit sehr grosser Verbreitung» (die zu dieser Gruppe gerechneten Arten haben grösstenteils die von SARS angenommene Verbreitung und sind also arktisch-boreal).
   b. Arten mit »nicht grosser Verbreitung» (grossenteils dieselben Arten wie LÜTKEN's 2. Gruppe und folglich teilweise weit verbreitet in borealen Gegenden).
2. Europäisch-arktische Arten (die hier erwähnten Arten sind entweder überhaupt nicht arktisch oder sie sind auch westlich verbreitet).
3. Für das arktische und das boreale Gebiet gemeinsame Arten (diese haben sich mit Ausnahme von *Phyllophorus pellucidus* und *drummondii*, welche keine Unterschiede von Gruppe 1 a zeigen, als überhaupt nicht arktisch erwiesen).
4. Boreale Arten (hieher auch zwei Arten — *Pontaster tenuispinus* und *Solaster furcifer* — die auch oder sogar vorwiegend arktisch sind).
5. Lusitanisch-Mittelmeer-Arten.

Auch von dieser Arbeit gilt, wie man schon aus dieser Übersicht sieht, dass die Gesichtspunkte überraschend richtig oder sogar fast modern sind, obgleich die mangelhaften Kenntnisse der Verbreitung in den meisten Einzelheiten zu unrichtigen Schlüssen führen mussten.

Die älteren amerikanischen Naturforscher sowie v. MIDDENDORFF hatten schon früh nachgewiesen, dass an der Ostküste von Nordamerika Kap Cod die Südgrenze vieler »polaren» Arten bildet. Die Tiergeographie dieses Gebietes wurde später von PACKARD-VERRILL u. a. bearbeitet, meist jedoch ohne spezielle Berücksichtigung der Echino, dermen. VERRILL (1866) teilt die Echinodermen von New England in »virginische» (rein südliche), »acadische» und »syrtensische» Arten (mit dem Namen »syrtensian fauna» bezeichnete PACKARD [1863, 1866] eine spezielle nordische Fauna, die für Labrador, Newfoundland und die tieferen Bänke südlich davon charakteristisch sein würde). Diese

Einteilung ist jedoch ganz künstlich; die zwei letzteren Gruppen enthalten beide sowohl arktische, wie arktisch-boreale und mehr südliche Arten.

Im Jahre 1873 erschien Wyville Thomson's wichtige Arbeit »The Depths of the Sea». Unter den Ergebnissen der Lightning- und Porcupine-Expeditionen wird hier hervorgehoben, dass mehrere »nordische» Tiere, darunter auch Echinodermen, in der »kalten Area» des Färö-Shetland-Kanals leben; die erwähnten Arten sind teilweise in der Tat arktisch (*Heliometra eschrichtii*) oder vorwiegend arktisch. Fast noch schärfer hervorgehoben wird diese Tatsache in früheren vorläufigen Berichten von W. B. Carpenter (1869) und Carpenter, Jeffreys und W. Thomson (1870).

In den Achtziger- und Neunzigerjahren wurde die Kenntnis der Verbreitung der Arten sehr wesentlich vermehrt; neue Gesichtspunkte findet man aber in den jetzt erschienenen Arbeiten nicht. Duncan & Sladen's (1881) »general conclusions regarding distribution» bestehen lediglich aus Angaben über die Verbreitung; sie bemerken, wie später für die Holothurien Théel (1886), dass es eine spezielle arktische, »essantially circumpolar» Echinodermenfauna gibt. Ludwig (1886) konstatiert, »dass die Echinodermenfauna des Beringsmeeres sich an die arktische Fauna anschliesst».

Die von den norwegischen Zoologen veröffentlichten Arbeiten über die Echinodermen der norwegischen Nordmeerexpedition sind wichtig durch die in ihnen enthaltenen Angaben über die Verbreitung der Arten in den tieferen Teilen des Nordmeeres. Von allgemeiner Bedeutung ist die besonders von Grieg (1893) durchgeführte scharfe Unterscheidung zwischen der »kalten Area» mit negativer und der »warmen Area» mit positiver Bodentemperatur. Die hieraus resultierende tiergeographische Einteilung ist jedoch wenig glücklich; so werden rein arktische Arten, wenn sie nur in Wasser von ganz wenig über 0° Temperatur gefunden wurden, mit in der ganzen borealen Region verbreiteten Tieren zusammengestellt. — Pfeffer (1894) gibt eine Zusammenstellung aller Funde im Spitzbergengebiet; seine Arbeit hat jedoch keine allgemeine Bedeutung. Zu erwähnen aus dieser Zeit sind auch die Arbeiten von Knipowitsch über die Fauna des Weissen Meeres, besonders die wertvolle Untersuchung über die Verbreitung von *Asterias linckii* (1896).

Die zwei 1900 erschienenen Arbeiten Ludwig's über die arktischen Seesterne und Holothurien (in der »Fauna arctica») sind zweifellos in systematischer Beziehung und besonders wegen der ausführlichen Literaturnachweise sehr wertvoll, in tiergeographischer Hinsicht bedeuten sie aber einen entschiedenen Rückschritt gegenüber den vier Dezennien älteren Arbeiten von Lütken und Michael Sars. Aus der älteren zoogeographischen Literatur hat Ludwig kaum mehr als die eine Tatsache übernommen, dass an der europäischen Küste mehrere arktische Arten in das Lofotengebiet oder etwas weiter vordringen. Davon ausgehend, lässt er den Polarkreis überall die Grenze zwischen der arktischen und »subarktischen» Region bilden, vollständig ohne Berücksichtigung aller Bedingungen, welche die geographische Verbreitung der Tiere regeln. Es ist einleuchtend, dass eine solche Methode zu ganz absurden Resultaten führen muss; dass sie auch dazu geführt hat, ist von Östergren (1903) in der scharfen Kritik nachgewiesen worden, der er die Ludwig'schen Arbeiten unterworfen hat und auf welche ich für alle Einzelheiten hinweise. Dieselbe willkürliche Umgrenzung der arktischen Region findet man in den Arbeiten Döderlein's (1906, 1906 a) über die arktischen Echinoideen und Crinoideen.

Von grösserer Bedeutung ist die Übersicht über die Verbreitung der arktischen

Ophiuroideen, welche GRIEG (1900) in der »Fauna arctica» gibt. Eine Erörterung der eigentlichen tiergeographischen Probleme findet man wohl in dieser Arbeit nicht, dagegen eine im Ganzen richtige Zusammenstellung der Verbreitung der arktischen Schlangensterne. GRIEG bemerkt, dass die Murmanküste, Finnmarken und die Lofoten eine Mischung von arktischen und südlichen Arten aufweisen, wie es ja früher für die Fauna im allgemeinen bekannt war. Wenig glücklich sind die Erörterungen über die Verbreitung der arktischen Arten — zu welchen auch alle weitverbreiteten Formen gerechnet werden — in der Meerestiefe.

Eine besondere Beachtung der tiergeographischen Gesichtspunkte findet man in den Arbeiten desselben Forschers (1904, 1904 a) über die Ophiuroideen und Crinoideen der Michael Sars-Expeditionen 1900—1903. Er unterscheidet teils »Kaltwasserformen mit gelegentlichem Auftreten in der warmen Area», teils »Kaltwasserformen mit teilweise grosser Verbreitung in der warmen Area». Die Grenze zwischen warmer und kalter Area wird in Übereinstimmung mit anderen Autoren beim Gefrierpunkt angesetzt, GRIEG bemerkt jedoch, dass sie vielleicht besser bei + 2 bis + 2,5° zu ziehen sei. Von der Arbeit desselben Autors über die Michael Sars-Asteroideen liegt nur noch der erste Teil vor (1907), der keine allgemein-tiergeographischen Erörterungen enthält, aber durch den Nachweis wichtig ist, dass einzelne Seesterne in eine arktische und eine südliche »Form» oder sogar in zwei Arten zerfallen. An diese Arbeiten schliesst sich eine spätere (1910) über die Echinodermen der Belgica-Expedition 1907.

In den Jahren 1899—1901 arbeiteten russische Expeditionen im Spitzbergengebiet. MICHAILOVSKIJ (1902) gibt in seiner Arbeit über die Echinodermen eine gute, in einem folgenden Kapitel (Verbreitung der Echinodermen im Spitzbergengebiet) besprochene Übersicht der Verbreitung in diesem Gebiet.

Von grosser Wichtigkeit ist eine kleine Arbeit von ÖSTERGREN (1903), obgleich sie nur die Holothurien und in erster Linie ihre Verbreitung im nördlichen Norwegen behandelt. ÖSTERGREN unterscheidet scharf zwischen den arktischen, den borealen und den sowohl im arktischen wie im borealen Gebiet vorkommenden Arten und bemerkt gegen LUDWIG, dass die Grenzen der arktischen Fauna natürlich durch die hydrographischen Verhältnisse bedingt werden. Die Holothurienfauna von West- und Ostfinnmarken besteht aus einem Gemisch von arktischen und borealen Elementen. Die rein arktische Fauna beginnt im Nordmeer, was die Holothurien betrifft, erst östlich und nördlich von Norwegen; die ganze Westküste bis Nordkap rechnet ÖSTERGREN zur borealen Region, bemerkt aber gleichzeitig, dass der nördlichste Teil eine Übergangszone bildet, in welcher noch drei arktische Holothurien zu finden sind, zwei davon nur in kalten Fjorden.

Im Jahre 1905 veröffentlichte ein anderer schwedischer Forscher, APPELLÖF, eine Übersicht der Bodenfauna des Nordmeeres, von welcher später (1912) eine Neubearbeitung in englischer Sprache erschienen ist. Diese Arbeiten haben die allergrösste Bedeutung für die allgemeine marine Tiergeographie und daher auch für die Echinodermen, obgleich die Verbreitung der Arten nicht im einzelnen erörtert wird. APPELLÖF unterscheidet eine arktische und eine boreale Region; die seit langem als Übergangszone erkannten Gebiete im nördlichsten Europa und an der Ostküste von Nordamerika wer-

den genauer begrenzt und charakterisiert und als »boreoarktische Region» bezeichnet. Auf den übrigen Inhalt dieser Arbeiten kann ich an dieser Stelle nicht eingehen.

Mortensen's (1907) wichtigte Darstellung der Verbreitung der Echinoideen kommt hier nur wenig in Betracht, da es nur einen rein arktischen und nur einen arktisch-borealen Seeigel gibt. Er unterscheidet eine arktisch-abyssale und eine arktisch-litorale Region. Die Begrenzung der letzteren erscheint nicht ganz glücklich (die Küste von Nordamerika nördlich von K. Cod wird zur arktischen, Ostfinnmarken dagegen zur borealen Region gerechnet).

In einer späteren Arbeit (1910) behandelt derselbe Forscher unter steter Berücksichtigung der hydrographischen Bedingungen die Zoogeographie der grönländischen Echinodermen (s. auch Mortensen 1913). Er legt das Hauptgewicht auf die Unterscheidung einer atlantischen und einer arktischen archibenthal-abyssalen Fauna. Die litoralen Arten (litoral im weiteren Sinne des Wortes gefasst) werden je nach der Verbreitung an den grönländischen Küsten in verschiedene Gruppen eingeteilt; bei den rings um die Küste verbreiteten, sowie bei den nur von der Westküste bekannten Arten kann man ein arktisches und ein boreales Element unterscheiden. Diese Elemente sind jedoch teilweise ziemlich heterogen, und im ganzen folgt Mortensen Prinzipien, die etwas verschieden sind von denen, die für mich die leitenden sind.

Die nord-südliche Verbreitung der Nordmeerarten.

Ich habe im Speziellen Teil den Versuch gemacht, für jede im Eisfjord lebende Echinodermenart die äusseren Bedingungen festzustellen, die ihre Verbreitung regeln. Ich werde nun die Ergebnisse dieser speziellen Untersuchungen zu einer zoogeographischen Übersicht der arktischen Echinodermenfauna zusammenfassen und berücksichtige dabei auch die im Eisfjord fehlenden Arten, obgleich die Erörterungen über diese auf keine so verhältnismässig exakte Basis gegründet werden können und die Resultate daher noch mehr provisorisch sind.

Das wesentliche Thema der Darlegung wird wie für die einzelnen Arten die Verbreitung in nord-südlicher Richtung sein, oder richtiger die Verbreitung, wie sie durch Einwirkung der verschiedenen marinen Klimate, d. h. vor allem der Temperaturverhältnisse des Wassers, bedingt wird. (Der Ausdruck nord-südlich ist natürlich nicht ganz adäquat, weil er nur auf die Küstengebiete Rücksicht nimmt.) In diesem Abschnitt werden nur die im Nordmeergebiet vorkommenden Arten berücksichtigt, nicht die pazifischen und grönländisch-amerikanischen Echinodermen, da die Voraussetzungen für eine Parallelisierung mit den Nordmeerarten noch nicht vorhanden sind.

Über die Begriffe arktisch, boreoarktisch und arktisch-boreal; verschiedene Kategorien von arktischen Arten.

Ehe ich auf meine eigenen Anschauungen eintrete, ist es nötig, die Begriffe »arktisch», »hocharktisch» und andere zu präzisieren und die früheren Auffassungen dieser Ausdrücke darzulegen.

Über die Ausdehnung und Bezeichnungen der tiergeographischen Gebiete

kann ich mich verhältnismässig kurz äussern. (Auf eine solche Auffassung wie die von LUDWIG und andern Autoren der »Fauna arctica», nach welcher arktisch einfach »nördlich vom Polarkreis» bedeutet, brauche ich natürlich nicht einzugehen.) Zur arktischen Region rechne ich in Übereinstimmung mit den meisten Forschern folgende Gebiete: Sibirisches Eismeer, Karisches Meer, Barentsmeer ausser einer Zone vor der Murmanküste und Ostfinnmarken, das ganze Spitzbergengebiet, die ganze Nordmeertiefe unterhalb von etwa 600 m, Jan Mayen, Ost- und Westgrönland ausser den tiefen Gebieten vor den südlichen Küstenstrecken, nordamerikanischer Archipel und Eismeer bis an die sibirische Küste, nördlichster Teil des Beringsmeers, Teile des Ochotskischen und Japanischen Meeres (Tiefe), endlich das unbekannte Polarbassin.

Die arktische Region kann und muss, wie aus der folgenden Darstellung der Fauna hervorgeht, in zwei Untergebieten oder Zonen eingeteilt werden; wenn sie auch nicht scharf getrennt sind, so ist diese Einteilung doch ebenso berechtigt und natürlich, wie jede tiergeographische Regioneneinteilung. Die kältesten arktischen Gegenden werden von vielen Forschern als hocharktisch bezeichnet; eine scharfe und folgerichtige Abgrenzung dieser Gebiete findet man jedoch wohl nirgends, und mehrere Autoren bezeichnen, wie ich weiter unten zeigen werde, die ganze arktische Region als hocharktisch oder wollen nur die hocharktischen Gegenden als arktisch anerkennen. Ich unterscheide ein hocharktisches und ein niederarktisches Gebiet. Das hocharktische Gebiet ist durch Wasser von beständig negativer Temperatur ausgezeichnet (nur an der Oberfläche kann eine schwache und kurz andauernde Erwärmung eintreten) und umfasst demnach folgende Gegenden: Sibirisches Eismeer ausser einer kurzen Küstenstrecke in der Nähe der Beringsstrasse (die Bedingungen sind dort der Fauna nach zu urteilen wenigstens nicht rein hocharktisch), Karisches Meer, nördlichster Teil des Barentsmeeres mit Franz Josephs Land, Ost- und Nordspitzbergen (der Storfjord und die Nordküste der westlichen Insel nicht rein hocharktisch), Nordmeertiefe von der Grenze des konstant eiskalten Wassers an, Jan Mayen, Nordostgrönland (und nördlichster Teil von Südostgrönland bis etwa 69° 30′ n. Br.), Nordwestgrönland, nordamerikanisches Eismeer etwa bis P. Barrow, das Polarbassin. Die übrige arktische Region ist niederarktisch. In den im ganzen niederarktischen Gebieten finden sich bisweilen beschränkte Bezirke mit hocharktischen Bedingungen, wie z. B. im inneren Teil des Eisfjords.

Schon die älteren Tiergeographen wussten, dass die Grenze zwischen der arktischen und borealen Fauna nicht scharf ist, wenngleich sie die Grenzgebiete zur arktischen Region rechneten (s. G. O. SARS 1879). Eine genauere Untersuchung der Fauna lehrt, dass sie weder zur arktischen noch zur borealen Region gerechnet werden können. APPELLÖF (1905, 1906, 1912) hat diese Grenzbezirke scharf charakterisiert und begrenzt; er fasst sie unter der Bezeichnung boreoarktische Mischungsgebiete zusammen und rechnet dazu folgende Gebiete, alle in hydrographischer Hinsicht durch starken Temperaturwechsel, in faunistischer Beziehung durch eine Mischung von arktischen und südlichen Formen ausgezeichnet: Weisses Meer (die seichteren Partien), Murmanküste, Ostfinnmarken, südwestlicher Teil des Barentsmeeres, kalte, abgesperrte Fjorde in Westfinnmarken und dem Lofotengebiet, Nord- und Ostküste von Island, die unterseeischen Rücken von Schottland über Island nach Grönland, eine Grenzzone auf den Abhängen

des Nordmeerbeckens. Westatlantisch liegen die Verhältnisse etwas anders, doch finden sich auch hier Übergangsgebiete, die wohl wenigstens vorläufig als boreoarktisch bezeichnet werden können; hieher gehören die tieferen Gebiete vor Südost- und Westgrönland bis in die Davis-Strasse (teilweise rein atlantisch) und der nördlichste Teil der Ostküste von Nordamerika. Ähnliche Übergangsgebiete sind im Stillen Ozean der südliche Teil des Beringsmeeres und gewisse Gegenden an den Küsten südlich davon. — Was die Ostküste von Nordamerika betrifft, so bezeichne ich hier in Übereinstimmung mit Appellöf die ganze Küste von Labrador bis K. Cod als boreoarktisch; dies geschieht jedoch nur, weil es mir unmöglich ist, diese Gegenden ausführlicher zu behandeln. In Wirklichkeit sind die hydrographischen und daher auch faunistischen Verhältnisse hier ganz ausserordentlich kompliziert; das Gebiet von Nova Scotia bis K. Cod ist teilweise eher boreal oder es entspricht, wenn man so will, sowohl der boreoarktischen wie der borealen Region des Nordmeeres. Eine Folge hiervon ist, dass die im Speziellen Teil durchgeführte Einteilung in arktisch-boreoarktische und boreale Verbreitung nur für das ostatlantische Gebiet volle Gültigkeit hat. Die Grenze bei K. Cod ist jedoch tiergeographisch äusserst wichtig, weil dort das rein atlantische Gebiet mit seiner ausgesprochen südlichen Fauna beginnt.

Die Frage nach der Ausdehnung der borealen Region hat natürlich in dieser Darstellung weniger Interesse. Doch sei bemerkt, dass ich zur östlich-borealen Region nur das Nordmeer und dessen südliche Grenzgebiete rechne. Der Kanal, der südlichste Teil der Nordsee und die westlichen britischen Küsten bilden, wie Appellöf (1906) hervorhebt, »ein Mischungsgebiet für südliche (lusitanische und Mittelmeer-)Formen und nördliche (boreale und arktisch-boreale) Arten». Eigentlich erstreckt sich das Mischungsgebiet noch weiter südlich, bis in den Golf von Biscaya, obgleich das boreale Element der Fauna dabei immer mehr abgeschwächt wird.[1]

Für die Bezeichnungen der Arten, für die tiergeographischen Gruppen, zu welchen sie nach der Verbreitung vereinigt werden können, existiert keine folgerichtige und eingebürgerte Nomenklatur; hier herrscht vielfach die grösste Willkür. Die älteren Tiergeographen — von den Echinodermenforschern Lütken und M. Sars — unterschieden eine arktische Region, welche teilweise mit der arktischen Region nach der modernen Auffassung zusammenfällt, als arktische Arten bezeichneten sie aber oft nicht bloss die auf dieses Gebiet beschränkten, sondern alle dort lebenden Tiere, auch wenn sie in der ganzen borealen Region vorhanden sind. Dieser Auffassung begegnet man bisweilen heute noch, wie es scheint besonders unter den Malakologen und Quartärgeologen (C. G. J. Petersen, W. C. Brögger; der erstere [1889, p. 52] nennt sogar mehrere im Kattegatt gemeine Echinodermen »rein arktisch»); für Ludwig wird eine Art ja arktisch, sobald sie nördlich vom Polarkreis gefunden ist. Schon Lütken (1857) macht

[1] Ich nenne einige Beispiele von borealen, bis an den mittleren oder südlichen Teil der Biscayer-Bucht verbreiteten Arten: Echinodermen: *Astropecten irregularis* (Penn.), *Porania pulvillus* (Müll.), *Ophiocoma nigra* (Müll.), *Stichopus tremulus* (Gunn.); Mollusken: *Cyprina islandica* (L.), *Mya arenaria* (L.), *Zirphaea crispata* (L.), *Litorina litorea* (L.) (sogar bis Portugal), *Neptunea antiqua* (L.); Fische: *Spinachia spinachia* (L.), *Cottus bubalis* Euphr., *Pholis gunellus* (L.), *Cyclopterus lumpus* L., *Pleuronectes limanda* L., *Raja radiata* Don. Auch einige arktisch-boreale Arten dringen so weit oder sogar weiter nach Süden vor, darunter einzelne Echinodermen (jedoch erst in mehr oder wenig grosser Tiefe auftretend): *Pontaster tenuispinus, Henricia sanguinolenta, Ophiacantha bidentata* (ferner *Ophioscolex purpureus*).

jedoch einen scharfen Unterschied zwischen den arktischen und den sowohl in der arktischen wie in der borealen Region lebenden Arten. Wenn die tiergeographischen Bezeichnungen mit festen Begriffen verbunden sein und nicht bald das eine, bald etwas ganz anderes in sich schliessen sollen, so ist es in der Tat unumgänglich nötig, den Begriff **arktisch** auf die nur (oder wenigstens ganz überwiegend) in der arktischen Region lebenden Arten einzuschränken. Für die sowohl in der arktischen wie in der borealen Region verbreiteten Tiere hat APPELLÖF (1906, 1912) die höchst nötige und bequeme Bezeichnung **arktisch-boreale Arten** eingeführt.

Dieser Begriff muss scharf von »boreoarktisch» gesondert werden. Ich weiss nicht, wer dieses Wort zuerst gebraucht hat, und ich habe nicht danach geforscht. Eine scharfe Definition wird jedenfalls nur von APPELLÖF gegeben; er bezeichnet, wie ich schon oben erwähnt habe, die Mischungsgebiete zwischen der arktischen und borealen Fauna als boreoarktische Gebiete (von früheren Autoren hat BRÖGGER [Om de senglaciale og postglaciale nivåforandringer i Kristianiafeltet, Norges geol. undersög. n:o 31, 1900—1901] das nördlichste Norwegen als ein boreoarktisches Gebiet bezeichnet, ohne jedoch dasselbe genauer zu charakterisieren oder abzugrenzen).

Sowohl in der früheren wie in der späteren Literatur findet man jedoch das Wort »boreoarktisch» in ganz anderen Bedeutungen. So nennt JENSEN (The Fishes of East-Greenland und On the Mollusca of East-Greenland I, Meddel. om Grönland 29, Sonderabdrücke 1904, 1905) die ausgesprochen südliche, aber in die boreoarktischen Gegenden eindringende Muschel *Mytilus edulis* »a boreo-arctic species». Andere Autoren — unter den Echinodermenforschern GRIEG (z. B. 1910) — verstehen unter »boreoarktischen Arten» die von APPELLÖF als arktisch-boreal bezeichneten Formen. Diese Nomenklatur ist wenig glücklich und kann zu grossen Konfusionen Anlass geben. Wenn man die Übergangsgebiete zwischen der arktischen und der borealen Region boreoarktisch nennt, so muss man unter einer boreoarktischen Art eine Species verstehen, die auf diese Gebiete beschränkt ist. Unter den Echinodermen gibt es eine Art, welche die Bedingungen ziemlich gut zu erfüllen scheint, die an ein solches Tier gestellt werden müssen, nämlich *Leptoptychaster arcticus* M. SARS. APPELLÖF (1912, p. 534) hat mit Recht darauf aufmerksam gemacht, dass diese Art weder rein arktisch, noch rein boreal ist; sie lebt im östlichen Teil des Nordmeeres von der Murmanküste bis in den Trondhjemsfjord, ferner im Färö-Shetland-Kanal, auf dem Färö-Plateau und dem Färö-Island-Rücken, südlich von Irland (in grosser Tiefe), in der warmen Area von Westgrönland, an der Ostküste von Nordamerika bis 38° n. Br., im pazifischen Gebiet (s. LUDWIG 1900 a, ferner GRIEG 1907, FISCHER 1911, MORTENSEN 1913). Sonst gibt es aber keine solchen Echinodermen (und äusserst spärliche andere Tiere), sondern die boreoarktischen Gegenden stellen lediglich Mischungsgebiete dar; mit der erwähnten Ausnahme darf man daher nicht von boreoarktischen Arten, nur von boreoarktischen Gegenden sprechen.

Auch durch die obigen Auseinandersetzungen ist der Begriff »arktisch» keineswegs genügend fixiert. Wie ich schon früher bemerkt habe, machten schon die Bearbeiter der Sammlungen der Nordmeerexpedition einen scharfen Unterschied zwischen der warmen und der kalten Area des Nordmeeres; da es besonders nach den Beobachtungen der Ingolf-Expedition immer klarer geworden ist, dass die »tiefe, kalte Area» des Nord-

meeres eine eigene, höchst charakteristische und von der atlantischen scharf getrennte Fauna beherbergt, ist es vielfach üblich gewesen, nur die auf die kalte, durch beständig negative Wassertemperatur ausgezeichnete Area (in der Tiefe und an den Küsten) beschränkten Arten als »rein arktisch» aufzufassen. Grieg setzt in seinen Arbeiten in Übereinstimmung mit Jensen und anderen die Grenze zwischen der kalten und der warmen Area beim Gefrierpunkt an und bezeichnet als »echt arktisch» oder hocharktisch Arten, die wenigstens in der Regel an die erstere gebunden sind; er bemerkt jedoch, dass »die Grenze zwischen der kalten und warmen Area» (1904, p. 13), d. h. »die Grenze für die hocharktischen Formen» (1904 a, p. 4) vielleicht besser bei + 2 bis + 2,5° zu ziehen wäre. Er setzt jedenfalls rein arktisch gleich mit hocharktisch, und dasselbe tun z. B. Knipowitsch (1902), Jensen (The Danish Ingolf-Expedition, Lamellibranchiata I; *Cardium groenlandicum* und andere in der ganzen arktischen und boreoarktischen Region verbreitete Arten als »high-arctic» bezeichnet) und wenigstens teilweise Appellöf (ausdrücklich 1905), gleichzeitig allerdings betonend, dass man zwischen an negative Temperatur gebundenen und in der ganzen arktischen Region verbreiteten Arten unterscheiden könne (1912, p. 528). (Brögger [l. c.] nennt sogar weit ausserhalb der arktischen Region gemein vorkommende Arten hocharktisch, sobald sie nur »ihre charakteristische Verbreitung» im Eismeer haben.) Mortensen (1910, p. 291) hält Grieg gegenüber daran fest, dass die Grenze zwischen der kalten und der warmen Area bei 0° und nicht höher angesetzt werden müsse.

Diese Meinungsverschiedenheit ist ziemlich überflüssig und rein formeller Art. Es gibt sowohl in der tiefen Area des Nordmeeres wie an den Küsten eine an konstant negative Temperatur gebundene Fauna; die Grenze für diese Fauna kann beim Gefrierpunkt angesetzt werden. Diese Grenze scheint erstaunlich scharf zu sein, doch muss man sich natürlich darüber klar sein, dass eine solche bestimmte Abgrenzung immer eine gewisse Schematisierung bedeutet. Die meisten arktischen (= in der borealen Region fehlenden) Arten sind, wie z. B. Appellöf an der soeben zitierten Stelle andeutet, weniger stenotherm und im ganzen arktischen und boreoarktischen Gebiet verbreitet; es gibt folglich eine zweite, tiergeographisch vollständig ebenso wichtige Grenze. Eine bestimmte Temperatur kann in diesem Falle noch schwieriger angegeben werden, weil die Verhältnisse, wie weiter unten gezeigt werden soll, viel komplizierter liegen; doch kann man sagen, dass die höchste Temperatur, die diese Arten ertragen, zwischen + 2 und + 3° liegt. Unter den Begriff arktisch fallen natürlich sowohl die Arten dieser wie die der vorigen Kategorie. Als **hocharktisch** sind dagegen nur die auf hocharktische Gegenden beschränkten, an Wasser von konstant negativer Temperatur gebundenen Arten zu bezeichnen; diese Ansicht ist sicher nicht neu, obgleich sie wohl früher nicht scharf präzisiert und konsequent durchgeführt worden ist. Für die in der ganzen arktischen Region verbreiteten Arten existiert keine besondere Bezeichnung, eine solche ist aber durchaus unentbehrlich; ich nenne solche Tiere **panarktisch.**

Eine dritte Kategorie von arktischen Arten, die indessen nicht unter den Echinodermen repräsentiert ist (nur *Chirodota laevis* nähert sich dieser Gruppe, s. unten S. 219), und die ich daher nur im Vorübergehen erwähne, besteht aus Arten, die

nur oder hauptsächlich in den wärmeren Teilen der arktischen sowie in der boreoarktischen Region zu Hause sind; sie meiden also, wie Appellöf (1912, p. 528) bemerkt, das kälteste Wasser und bevorzugen niedrig positive Temperaturen. Ihrer Verbreitung nach können sie als niederarktisch bezeichnet werden. Solche Tiere dürfte es indessen nur sehr wenige geben, wenigstens unter den rein arktischen Arten.

Auf die nicht in der arktischen Region vorkommenden Arten kann ich natürlich nicht näher eingehen. Als boreale Arten sind nach den oben dargelegten Prinzipien nur die auf die boreale Region beschränkten Tiere zu bezeichnen. Die von dort bis in das Mittelmeer verbreiteten Arten, von Appellöf (z. B. 1906, p. 179, 1912, p. 531) ebenfalls boreal genannt, sind mediterran-boreal.

Die von mir gebrauchte Nomenklatur, sowohl die Bezeichnungen der tiergeographischen Gebiete wie der tiergeographischen Gruppen, wird durch das nachstehende Schema illustriert. Die Unterschiede der Verbreitung innerhalb der borealen Region werden in demselben nicht berücksichtigt, da es ja hier nur auf die in der arktischen Region lebenden Tiere ankommt. Sowohl die borealen wie die arktisch-borealen Arten sind ja nicht alle über die ganze boreale Region verbreitet; unter den ersteren könnte man z. B. panboreale, nördlich-boreale und südlich-boreale Arten unterscheiden, unter den letzteren panarktisch-panboreale (oder hocharktisch-südlich-boreale), panarktisch- nördlich-boreale und niederarktisch-panboreale Arten.

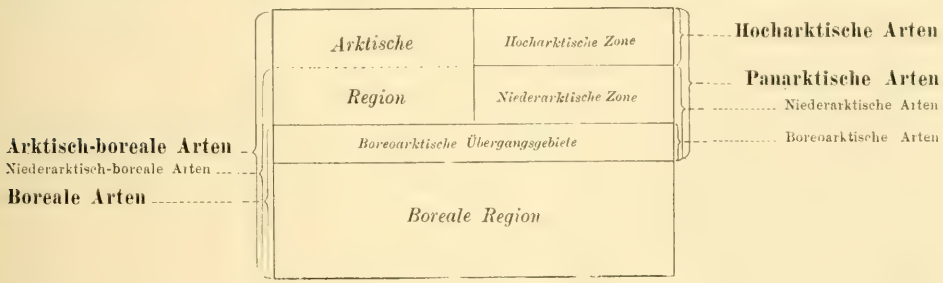


Fig. 49.

Diese prinzipiellen Erörterungen und die vorangehende historische Übersicht haben hoffentlich zur Genüge erkennen lassen, dass eine Untersuchung der Echinodermenfauna des arktisches Gebietes von tiergeographischen Gesichtspunkten aus nicht überflüssig ist. Von den neueren Autoren hat ausser Mortensen, der bloss die grönländische Fauna berücksichtigt, nur Grieg eine solche Behandlung versucht. Seine Arbeiten sind wichtig, nicht nur durch die Fülle an neuen und zuverlässigen Beobachtungen, sondern auch durch die modernen Gesichtspunkte und die Versuche, die Verbreitung der Arten mit den hydrographischen Bedingungen in Zusammenhang zu bringen. Im einzelnen sind die Ergebnisse seiner Auseinandersetzungen jedoch meiner Ansicht nach weniger gelungen, zum grossen Teil wohl wegen der oben besprochenen Auffassung der Begriffe arktisch und hocharktisch; in seiner letzten Arbeit über arktische Echinodermen (1910) rechnet Grieg z. B. zu den rein arktischen Arten (»espèces véritablement arctiques»)

sowohl hocharktische wie in der ganzen arktischen Region verbreitete Arten, wie *Eupyrgus scaber* und *Heliometra eschrichtii*, zu den »boreoarktischen» (= arktisch-borealen) Arten teils sehr weit verbreitete, teils vorwiegend arktische Arten und endlich Arten (*Gorgonocephalus eucnemis* und *agassizi*), die sogar weniger eurytherm als die soeben erwähnten sind.

Wenn ich nun meine Schlussfolgerungen in Form einer Übersicht vorlege, in der die Arten zu bestimmten ökologisch-tiergeographischen Gruppen vereinigt werden, so wird wohl der Zweck und die Tragweite einer solchen Darstellungsweise für jedermann klar sein, der auch nur ein wenig über tiergeographische Probleme nachgedacht hat. Von allen den Tatsachen verschiedenster Art, die einer solchen Einteilung zu Grunde liegen sollten, kennen wir nur einen Bruchteil, weshalb in Zukunft gar viele Versetzungen innerhalb und zwischen den Gruppen zu erwarten sind; einige solche Tatsachen habe ich schon oben, bei der Behandlung der Thermopathie der Eisfjordechinodermen, besprochen (S. 178—181). Und auch davon abgesehen, darf man sich nicht verhehlen, dass auf diesem Gebiet eine Systematisierung stets eine Schematisierung bedeutet. Die Natur kennt — in diesem Falle — keine scharfen Grenzen; die Beziehungen zwischen der Aussenwelt und den auf ihre Reize reagierenden Organismen sind so mannigfacher und komplizierter Art, dass jede tiergeographische Gruppe notwendigerweise mehr oder weniger heterogene Elemente einschliessen muss, bisweilen vielleicht sogar solche, die mit ebenso gutem Recht in eine andere Gruppe gestellt werden könnten. Wer hieraus folgert, dass eine solche Schematisierung vom Übel sei, irrt sich jedoch gründlich. Dass sie aus formellen Ursachen unvermeidlich ist, darauf will ich kein zu grosses Gewicht legen; sie ist aber vor allem nicht so unnatürlich, wie sie die hervorgehobenen Tatsachen bei oberflächlicher Betrachtung erscheinen lassen könnten. Die äusseren Bedingungen, welche hier in erster Linie in Betracht kommen, die hydrographischen Verhältnisse, sind verschieden in den verschiedenen Gebieten, und obgleich scharfe Grenzen auch hier nicht vorhanden sind, so gibt es doch keineswegs ganz allmähliche Übergänge zwischen den verschiedenen submarinen Klimatypen. In jedem Gebiet wirken nun dieselben Aussenbedingungen auf viele Tiere ein und es ist dabei wohl nicht überraschend, dass mehrere Arten in ähnlicher Weise auf die äusseren Reize reagieren. Die meisten Arten einer tiergeographischen Gruppe bilden daher zweifellos eine natürlich zusammengehörige Gemeinschaft; die Übergangsformen sind viel spärlicher als die in wichtigen Hinsichten mit einander übereinstimmenden Arten.

Schliesslich muss ich die schon oben (S. 193) gemachten Bemerkungen über die Beziehungen der Arten untereinander und die Bedeutung dieser Verhältnisse für die Verbreitung in Erinnerung bringen. Bisweilen mag die Konkurrenz mit andern Arten einen durchgreifenden Einfluss auf die Verbreitung haben (z. B. *Ophiura sarsii*, *Ophiopleura borealis;* s. S. 77); in vielen, wahrscheinlich den meisten Fällen dürften solche Faktoren eher Modifikationen — oft zweifellos wichtig genug — in dem durch die äusseren Bedingungen bestimmten allgemeinen Verbreitungsbild hervorrufen.

Übersicht.

I. Hocharktische Arten.

Die Bezeichnung »hocharktisch» beschränke ich, wie aus dem Obigen hervorgeht, auf die an Wasser von konstant negativer Temperatur gebundenen oder nur ausnahmsweise bzw. ganz vorübergehend in etwas wärmerem Wasser lebenden Tiere.

Die hiehergehörigen Arten zeigen mehrere Unterschiede in ihrer Verbreitung. Die Unterschiede in der bathymetrischen Verbreitung habe ich schon in anderem Zusammenhang besprochen, es dürfte aber nötig sein, sie auch hier mehr vom rein tiergeographischen Gesichtspunkte aus zu berücksichtigen, obgleich Wiederholungen dabei unvermeidlich sind.

A. Hocharktisch-abyssale Arten.

Hieher gehören die gemeinen Arten *Bathycrinus carpenteri* (Danielssen & Koren) (1359—2814 m) und *Kolga hyalina* Dan. & Kor. (2030—2400 m), ferner die seltenen Holothurien *Acanthotrochus mirabilis* Dan. & Kor. (1203—2030 m), *Myriotrochus théeli* Östergren (2000 m) und *Irpa abyssicola* Dan. & Kor. (1977 m), die beiden letzteren nur von je einem Fundort bekannt (Literatur ausser der Zusammenstellung Ludwig's [1900] Danielssen & Koren 1882, Danielssen 1892 a, Östergren 1901, 1905, Grieg 1904 a, Mortensen 1913).

Alle diese Arten sind ausschliesslich aus der Nordmeertiefe bekannt. Von den beiden häufigsten kennt man *Bathycrinus carpenteri* von allen peripheren Teilen des Tiefenbeckens, von Spitzbergen und Nordostgrönland bis Norwegen und zum Eingang des Färö-Shetland-Kanals, *Kolga hyalina* nur aus dessen nördlichem Teil, vor Nordostgrönland, Spitzbergen und dem Barentsmeerplateau. Alle sind echte abyssale Arten, nie in geringerer Tiefe als 1200 oder sogar (*Kolga hyalina*) 2000 m auftretend und folglich in ihrer Tiefenverbreitung unabhängig von den Temperaturverhältnissen. Streng genommen kann man daher nicht sicher wissen, dass sie wirklich echt hocharktisch sind und nicht etwa wenigstens vorübergehend eine etwas höhere Temperatur würden ertragen können; doch liegt diese Annahme wohl nahe, und nach ihrer tatsächlichen Verbreitung kann man sie jedenfalls hocharktisch nennen. *Kolga hyalina* kann jedoch nicht mit völliger Sicherheit zu dieser Gruppe gestellt werden, weil ihre Selbständigkeit gegenüber der an der Ostküste von Nordamerika in etwa + 3° warmem Wasser gefundenen *Kolga nana* (Théel) nicht erwiesen ist.

Diesen Arten schliesst sich *Tylaster willei* Dan. & Kor. an (Nordmeertiefe vor Spitzbergen, Westfinnmarken, Nordostgrönland und Nordisland); dieser Seestern steigt jedoch von 2400 bis zu 590 m hinauf (Danielssen & Koren 1884, Östergren 1901, Grieg 1904).

B. Hocharktische, mehr oder weniger eurybathe Arten.

Die meisten in der Nordmeertiefe gemeinen Echinodermen sind nicht rein abyssal, sondern steigen mehr oder weniger hoch auf die arktischen Kontinentalplateaus hinauf. Vor den borealen Küsten sind sie dagegen an die tiefe Area unterhalb von 600 m oder mehr gebunden; erst wenn man ihre Verbreitung an den kälteren Küsten untersucht,

merkt man, dass ihre beschränkte Tiefenverbreitung im ganzen südlichen Teil des Nordmeeres nur durch die Wärme der oberflächlichen Wasserschichten hervorgerufen wird. Diese Erscheinung beweist, dass sie arktisch, nicht aber dass sie hocharktisch sind; da sie aber auch sowohl vor den boreoarktischen wie vor den etwas wärmeren arktischen Küsten (Westspitzbergen usw.) an die Tiefe gebunden sind und nur unter hocharktischen Bedingungen höher hinaufsteigen, so folgt daraus, dass sie von diesen Bedingungen abhängig sind.

Doch sind diese Arten nicht alle in ihrer Tiefenverbreitung nur von der Wassertemperatur abhängig, sondern mehrere steigen auch unter hocharktischen Bedingungen nie höher als bis zu 300 bis 150 m hinauf. Diese Arten sind folgende:

Pourtalesia jeffreysi Wyv. Thomson: Nordmeerbassin von Nordwestspitzbergen und Nordostgrönland bis Island, dem Färö-Shetland-Kanal und Norwegen; ausserdem Ostspitzbergen (1 Fund) und nördlichster Teil des Barentsmeers. Bathymetrische Verbreitung 252—2354 m, an nicht hocharktischen Küsten nicht in geringerer Tiefe als 763 m gefunden. Literatur: Mortensen 1907, ferner Wyv. Thomson 1873, Danielssen 1892, Pfeffer 1894, Michailovskij 1905, Grieg 1910, 1914 a u. a.

Bathybiaster vexillifer (Wyv. Thomson): Nordmeerbassin von Nordwestspitzbergen und Nordwestgrönland bis Island, dem Färö-Shetland-Kanal und Norwegen; ausserdem Davis-Strasse und Baffin Bay. Bathymetrische Verbreitung 223—2222 m, vor nicht hocharktischen Küsten wenigstens in der Regel nicht oberhalb von 500 m lebend. Literatur: Wyv. Thomson 1873, Danielssen & Koren 1884, Sladen 1889, Schmidt 1904, Grieg 1907, 1914 a, Koehler 1908, Mortensen 1910, 1913; Syn. *B. pallidus* Dan. & Kor., *Ilyaster mirabilis* Dan. & Kor. Über die Beziehungen zu der an der Küste von Nordamerika in ungefähr 1300—3100 m Tiefe (Wassertemperatur also etwa + 2,3° — + 3,5°) lebenden Art *B. robustus* Verrill (*Phoxaster pumilus* Sladen) (von Koehler 1908 mit *B. vexillifer* vereinigt) ist nichts Näheres bekannt.

Korethraster hispidus Wyv. Thomson: Nordmeerbassin von Nordostgrönland und Beeren Eiland bis Irland, dem Färö-Shetland-Kanal und Norwegen; ausserdem nordöstlichster Teil des Barentsmeeres. Bathymetrische Verbreitung 186—1150 m. Literatur: Wyv. Thomson 1873, Marenzeller 1878, Hoffmann 1882, Danielssen & Koren 1884, Sladen 1889, Östergren 1901, Grieg 1904, Koehler 1908.

Elpidia glacialis Théel: Nordmeerbassin von Spitzbergen und Jan Mayen bis Norwegen; ausserdem nördlichster Teil des Barentsmeeres und Karisches Meer. Bathymetrische Verbreitung etwa 150—2992 m, vor nicht hocharktischen Küsten nicht in geringerer Tiefe als 1423 m gefunden. Literatur: Théel 1877, 1877 a, Stuxberg 1878, 1882, 1886, Danielssen & Koren 1882; Sluiter 1895 b (angeblich im Barentsmeer, nach der Ortsangabe jedoch im Karischen Meer), Michailovskij 1902, 1905, Grieg 1910, 1914 a.

Solaster squamatus Döderlein: Nordmeerbassin von Spitzbergen und Nordostgrönland bis Island, dem Färö-Shetland-Kanal und Norwegen. Bathymetrische Verbreitung 90—1171 m (diese Art steigt also höher hinauf als die vorigen und nähert sich den folgenden), vor nicht hocharktischen Küsten nicht oberhalb von 450 m (s. oben S. 37).

Fünf andere Arten sind in ihrer Tiefenverbreitung fast allein von der Wassertemperatur abhängig und steigen daher an hocharktischen Küsten bis in die Litoralregion (im engeren Sinne) oder wenigstens bis nahe an deren untere Grenze hinauf, während sie an allen auch nur wenig wärmeren Küsten auf die »kalte tiefe Area» beschränkt sind. Es handelt sich um folgende Arten:

Hathrometra prolixa (Sladen): Nordmeerbassin von Nordwestspitzbergen und Nordostgrönland bis Island, dem Färö-Shetland-Kanal und Norwegen; ausserdem östlich vom Nordmeerbassin in Nordspitzbergen, Ostspitzbergen, im nördlichsten Teil des Barentsmeeres und im Karischen Meer, westlich davon in der Davis-Strasse und Nordwestgrönland. Bathymetrische Verbreitung 45—1960 m; im südlichen Teil des Nordmeeres in der Regel nicht oberhalb von 500 m. Literatur: Marenzeller 1878 (*Antedon Sarsii*), Duncan & Sladen 1881, Fischer 1886 (*A. dentata*), P. H. Carpenter 1887, 1888 (*A. hystrix*), 1894, Danielssen 1892 a, Pfeffer 1894, Grieg 1904 a, 1910, Schmidt 1904 (*A. tenella* von St. 51 zweifellos = *H. prolixa*), Michailovskij 1905, Döderlein 1906 a, Koehler 1908, Mortensen 1904, 1910, 1913, A. H. Clark 1913.

Poraniomorpha tumida (Stuxberg): Nordmeerbassin von Nordwestspitzbergen und Nordostgrönland bis Island, den Färöern und Norwegen, ausserdem östlich davon in Ostspitzbergen, im Barentsmeer, Karischen Meer und Sibirischen Eismeer bis 124° 41′ ö. L., und westlich davon in Westgrönland. Bathymetrische Verbreitung 18 (oder etwas weniger)—1200 m, im südlichen Teil des Nordmeeres nicht oberhalb von 550 m (s. oben S. 27).

Hymenaster pellucidus Wyv. Thomson: Nordmeerbassin von Nordwestspitzbergen und Nordostgrönland bis zum Färö-Shetland-Kanal und Norwegen, ausserdem Nord- und Ostspitzbergen, nördlicher Teil des Barentsmeers, Karisches Meer und Sibirisches Eismeer bis 114° 35′ ö. L. Bathymetrische Verbreitung 14 (meist wohl erst etwa 60)—2814 m, an nicht hocharktischen Küsten in der Regel erst unterhalb von 500—600 m. Literatur (ausser der Zusammenstellung Ludwig's): Wyv. Thomson 1873, Danielssen & Koren 1884, Levinsen 1886, Ruijs 1887, Sladen 1889, Pfeffer 1894, Sluiter 1895, Döderlein 1900, Östergren 1901, Michailovskij 1902, 1905, Breitfuss 1903, Schmidt 1904, Mortensen 1904, 1913, Kalischewskij 1907, Koehler 1908, Grieg 1909, 1914 a.

Ophiopleura borealis Dan. & Kor.: Nordmeerbassin von Nordwestspitzbergen und Nordostgrönland[1] bis Island und Norwegen; ausserdem östlich davon in Ostspitzbergen, im nördlichen Teil des Barentsmeeres, im Karischen Meer und im Sibirischen Eismeer bis 114° 35′ ö. L., sowie westlich davon bei Ellesmere Land (vgl. die Karte S. 74.) Bathymetrische Verbreitung 18—1380 m, in nicht hocharktischen Gegenden erst im Tiefen von 650 m an. Literatur: D'Urban 1880, Duncan & Sladen 1881 (*Ophioglypha sarsi* var. *arctica*), Stuxberg 1882 (1878 und 1886 nur als *Ophiura sarsi* angeführt), Hoffmann 1882 (*O. arctica*), Levinsen 1886, Fischer 1886, Pfeffer 1894, Grieg 1893, 1900, 1904, 1909, 1910, Breitfuss 1903, Schmidt 1904, Michailovskij 1905, Kalischewskij 1907, Koehler 1908, Mortensen 1904, 1910, 1913. Syn. *O. arctica* (Duncan).

[1] Hier auch von der Kolthoff-Expedition 1900 an mehreren Stationen gefangen (Franz Josephs Fjord und Umgebung, 100—300 m (Zoolog. Museum, Uppsala).

Ophiopus arcticus Ljungman: Nordmeerbassin von Spitzbergen und Nordostgrönland bis Island, dem Färö-Shetland-Kanal und Norwegen; ausserdem Nord- und Ostspitzbergen, Westgrönland und Baffin Land. Bathymetrische Verbreitung 36 (gemein von ungefähr 100)—1187 m, an nicht hocharktischen Küsten erst unterhalb von 550 m (Ausnahme 1 Fund vor Westspitzbergen, 199 m). Literatur: G. O. Sars 1873 (*Ophioregma abyssorum*), Lyman 1882, Hoyle 1884, Grieg 1893, 1893 a, 1900, 1904, 1909, Mortensen 1904, 1910, 1913, Koehler 1908.

Ausser *Solaster squamatus* ist keine der 8 oben behandelten Arten auf das eigentliche Nordmeerbassin beschränkt, was natürlich mit der Verbreitung auch in mehr oder weniger seichtem Wasser zusammenhängt. Einige sind nach den bisherigen Erfahrungen nur östlich davon verbreitet: *Korethraster hispidus* und *Pourtalesia jeffreysi* nur bis in den nördlichsten Teil des Barentsmeeres, *Elpidia glacialis* bis ins Karische Meer, *Hymenaster pellucidus* noch weiter östlich bis 114° 35′ ö. L. Zwei Arten, *Bathybiaster vexillifer* und *Ophiopus arcticus*, sind nicht östlich vom Nordmeerbassin oder wenigstens Ostspitzbergen, dagegen von Westgrönland bekannt. Die drei übrigen Arten sind sowohl ostwärts wie westwärts verbreitet; *Hathrometra prolixa* ist östlich bis ins Karische Meer, *Ophiopleura borealis* und *Poraniomorpha tumida* bis 124° 41′ ö. L. bekannt, westlich gehen die beiden ersteren bis Nordwestgrönland und Ellesmere Land, die letztere bis Westgrönland.

Was die untere Grenze betrifft, so steigen die meisten erst von 150—250 m an auftretenden Arten tief in das Nordmeerbassin hinab, bis 2200—3000 m; nur *Korethraster hispidus* scheint nach den bisherigen, ziemlich spärlichen Beobachtungen zu urteilen auf den oberen Teil der »tiefen Area» (bis 1150 m) beschränkt zu sein. So verhält sich auch *Solaster squamatus* (90—1171 m). Von der schon in geringer Tiefe lebenden Arten steigen *Ophiopus arcticus* und *Ophiopleura borealis* nur bis zu etwa 1200 bzw. 1400 m hinab; *Hathrometra prolixa* und *Hymenaster pellucidus* steigen bis in 1960 bzw. 2800 m Tiefe hinab und sind folglich, ganz besonders der letztere, äusserst eurybath.

Wenn die oben besprochenen Arten zweifellos nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse als hocharktisch betrachtet werden müssen, so muss man doch zugeben, dass ihre hocharktische Natur nicht für alle Fälle ebenso gesichert ist. Ohne den geringsten Zweifel typisch hocharktisch sind *Pourtalesia jeffreysi*, *Elpidia glacialis* und *Ophiopleura borealis*. Dasselbe gilt von *Hymenaster pellucidus* und *Korethraster hispidus*. Die erstere Art ist zweimal unter boreoarktischen Bedingungen und zwar in auffallend warmem Wasser (N. von Nordkyn, 413 m, + 3,1°; Färö-Island-Rücken, 450 bis 480 m, + 3,12° bis + 3,98°) gefunden worden (Michailovskij 1905, Appellöf 1912), doch sind diese Funde ganz vereinzelt, und die Stellen liegen nahe an der Grenze der stets kalten Area (wie auch ein Fund NW. von Spitzbergen, 475 m, + 1,1°; Danielssen & Koren 1884); *Korethraster hispidus* ist wiederholt in der Nähe und südlich von Beeren Eiland beobachtet worden, und an zwei dieser Fundorte wurden Temperaturen von + 1,93° und + 2,10° gemessen (Grieg 1904); diese Fundorte liegen jedoch ebenfalls, wie schon Grieg (l. c.) hervorgehoben hat, unweit der Grenze der kalten Area.

Etwas grössere Widersprüche findet man in der Verbreitung von *Hathrometra prolixa* und *Ophiopus arcticus*. Von der ersteren Art bemerkt Grieg (1904 a, p. 4), sie würde

seine Vermutung bestätigen, die Grenze für die hocharktischen Formen sei nicht beim Gefrierpunkt, sondern höher anzusetzen. Wenn diese Annahme richtig wäre, könnte man natürlich nach den oben entwickelten Prinzipien die Art nicht hocharktisch nennen. Damals lagen nun allerdings keine Gründe vor, die obere Temperaturgrenze höher als bei 0° anzusetzen, da die Art nur in Wasser von sehr niedrig positiver Temperatur (bis + 1,1°) und nur in unmittelbarer Nähe des noch kälteren Tiefenwassers gefunden war, später ist sie aber in der Tiefe der Davis-Strasse gefunden worden (Mortensen 1913), die mit atlantischem Wasser von wenigstens + 3° Temperatur erfüllt ist (s. besonders Nielsen 1909, 1910). Ganz ähnlich liegen die Dinge für *Ophiopus arcticus;* er war vor kurzem nur einmal in Wasser von niedrig positiver Temperatur (W. von Spitzbergen, 199 m, + 1,1°; Grieg 1893) und zwar in der Nähe des hocharktischen Tiefenwassers, ist aber zweimal im tiefen Teil der Davis-Strasse gefunden worden (Mortensen 1913). Die übrige Verbreitung ist jedoch so ausgesprochen hocharktisch (beide Arten leben z. B. in Nord- und Ostspitzbergen, *H. prolixa* auch im nördlichsten Teil des Barentsmeeres, fehlen aber in den Fjorden von Westspitzbergen und im ganzen südlichen und mittleren Teil des Barentsmeeres), dass ich nicht daran zweifle, dass die Arten eigentlich an hocharktische Bedingungen gebunden sind. Einen Fingerzeig gibt wohl der Umstand, dass sie nie in den kälteren Gebieten von Westgrönland, sondern eben im wärmsten Teil gefunden worden sind. Das Tiefenwasser der Davis-Strasse soll nun konstant von atlantischem Ursprung und hoher Temperatur sein (s. Nielsen, l. c.); auch abgesehen von der wohl noch nicht auszuschliessenden Möglichkeit, dass zeitweise Polarwasser von Norden her eindringt, muss man bedenken, dass Larven von hocharktischen Tieren leicht vom Süden her mit dem ostgrönländischen Polarstrom in die Davis-Strasse gelangen und vielleicht zufällig in deren Tiefe zur Entwicklung kommen können.

Poraniomorpha tumida ist ebenfalls vereinzelt in Westgrönland gefunden worden und unterscheidet sich von allen bisher erwähnten Arten dadurch, dass sie im Eisfjord lebt, sogar nicht besonders selten. Wie ich im Speziellen Teil (S. 28) hervorgehoben habe, ist ihr Vorkommen dort jedoch deutlich auf die kälteren, teilweise wirklich hocharktischen Teile des Fjords beschränkt. Da die Hauptverbreitung unleugbar hocharktisch ist, dürfte diese Art deshalb am besten zu den hocharktischen gerechnet werden, obgleich man zugeben muss, dass der Unterschied zwischen ihr und besonders *Asterias panopla* vielleicht sehr klein ist.

C. Hocharktische Flachseearten.

Auf den hocharktischen Küstenplateaus, nahe am Ufer und in etwas tieferem Wasser, leben zahlreiche in den wärmeren Teilen der arktischen Region fehlende Echinodermen. Die weitaus meisten steigen mehr oder weniger weit in die Tiefe hinab und sind daher schon oben besprochen worden. Dagegen gibt es nur eine Art, die mit einiger Bestimmtheit als hocharktische reine Seichtwasserart bezeichnet werden kann. Diese Art ist *Cucumaria glacialis* Ljungman.

Diese Holothurie hat folgende Verbreitung (s. die Karte Fig. 50): Sibirisches Eismeer, nahe bei der Beringsstrasse und von den Neusibirischen Inseln bis an die Taimyrhalbinsel, Karisches Meer, Barentsmeer, nördlicher Teil (und ohne nähere Angaben, Sluiter

1895 b), Ostspitzbergen. Pazifisches Gebiet: Ochotskisches und Japanisches Meer (keine Lokalangaben, nach der Fangzeit zu urteilen im nördlichsten Teil am Eingang des Tataren-Sundes; Britten 1907). Die bathymetrische Verbreitung ist sehr beschränkt, 17—etwa 250 m; die meisten Fundorte liegen in geringerer Tiefe als 100 m und das Tier ist vielleicht sogar am gemeinsten oberhalb von 50 m. Literatur: Ljungman 1880, Stuxberg 1878, 1882, 1886 (*C. minuta*, s. Théel 1886), Levinsen 1886, Pfeffer 1894 (*C. minuta*, s. Mortensen 1910), Sluiter 1895 b, Ludwig 1900, Michailovskij 1902, 1904, Kalischewskij 1907, Britten 1907.

Cucumaria glacialis ist also eine rein östliche Art. Dieser Umstand allein kann jedoch die beschränkte arktische Verbreitung nicht erklären. Wenn sie nicht zugleich hocharktisch wäre, würde es unverständlich sein, warum sie an der ganzen südlichen Hälfte der Westküste von Novaja Semlja fehlt und warum sie in Ostspitzbergen gemein ist, an der ganzen Westküste von Spitzbergen und bei Beeren Eiland dagegen nie beobachtet worden ist. Die Funde weit südlich im pazifischen Gebiet können nicht gegen diese Auffassung angeführt werden; in der Gegend, wo das Tier gefangen wurde, sind hocharktische Bedingungen schon in ziemlich geringer Tiefe anzutreffen (leider fehlen Angaben über die Tiefe und genaue Lage der Fundorte).

Eine andere Holothurie, *Trochoderma elegans* Théel, ist gegenwärtig ganz überwiegend aus hocharktischen Gegenden bekannt: Sibirisches Eismeer bei den Neusibirischen Inseln und im Golf von Taimyr, Karisches Meer, Matotschkin schar, Varangerfjord, Nordspitzbergen, Nordostgrönland, 18—195 m (s. Théel 1877, Stuxberg 1878, 1882, 1886 [Karisches Meer und Matotschkin schar; Stuxberg's *T. elegans* von der sibirischen Küste östlich vom Karischen Meer stellt dagegen *Myriotrochus rinkii* dar, s. Östergren 1903], Levinsen 1886, Östergren 1901, 1903, Michailovskij 1903, Kalischewskij 1907). Mit Ausnahme des Fundes im Varangerfjord (Östergren) liegen also alle bisher bekannten Fundorte in hocharktischen Gegenden. Diese Art wird jedoch ihrer Kleinheit wegen so leicht übersehen — bis 1901 war sie nur vom Karischen Meer und Matotschkin schar bekannt — dass es bis auf weiteres zweifelhaft erscheint, ob sie hocharktisch ist.

II. Panarktische Arten.

Die meisten rein arktischen Arten sind weit verbreitet in allen Teilen der arktischen Region, sowohl in den hocharktischen wie in den niederarktischen Gegenden und können daher als panarktisch bezeichnet werden. Wenigstens in der Regel müssen solche Arten natürlich weniger stenotherm als die hocharktischen Arten sein und können somit als arktisch-eurytherm bezeichnet werden. In ihrer Thermopathie zeigen die hiehergehörigen Arten jedoch, wie man in einigen Fällen schon jetzt nachweisen kann und wie es wohl durch künftige Untersuchungen noch deutlicher werden wird, grössere Unterschiede als in der Verbreitung, und einige sind trotz einer zum grossen Teil übereinstimmenden Verbreitung viel stenothermer als die übrigen. Solche Tatsachen lassen sich erst durch eingehende Untersuchungen über die Verbreitung und Lebensweise in den verschiedenen Gegenden feststellen, und man ist bis auf weiteres darauf angewiesen, die tiergeographische Stellung der Arten hauptsächlich nach den gröberen Zügen der

Verbreitung zu beurteilen. Auch in dieser Hinsicht zeigen die Arten viele Unterschiede, die natürlich aufs nächste mit Unterschieden in der Thermopathie zusammenhängen.

Eine Art, die sich schon bei blosser Betrachtung ihrer allgemeinen Verbreitung als ein ausgeprägtes Kältetier erweist, und die sich daher den hocharktischen Arten nähert, ist *Asterias panopla* (Karte S. 70). Diese Art ist nie an der nordamerikanischen Küste, in der boreoarktischen Region von Europa nur einmal (im Varangerfjord) gefunden worden; in Westgrönland ist sie äusserst selten. Sie ist jedoch so gemein in Westspitzbergen, dass man sie nicht gut als wirklich hocharktisch bezeichnen kann; sie nähert sich aber deutlich den hocharktischen Arten. Wie ich schon oben angedeutet habe, ist es vielleicht etwas unnatürlich, diese Art und *Poraniomorpha tumida* zu verschiedenen Gruppen zu rechnen; gegenwärtig scheint mir jedoch diese Anordnung die beste zu sein, wenn man nur die nahen Beziehungen zwischen den Arten betont.

In den groben Zügen der Verbreitung stimmt *Amphiura sundevalli* (Karte S. 108) auffallend gut mit *A. panopla* überein; sie ist in der boreoarktischen Region von Europa nur in einiger Entfernung von der Küste, an der Ostküste von Nordamerika nur an der Nordostecke von Labrador, im pazifischen Gebiet nur in der Beringsstrasse und in unmittelbarer Nähe davon gefunden worden. Sie ist jedoch gemein an der ganzen Küste von Westgrönland und kann daher wenigstens gegenwärtig nicht als ein ebenso ausgeprägtes Kältetier wie *A. panopla* angesehen werden.

Die meisten panarktischen Arten sind wie *Amphiura sundevalli* in allen arktischen Gegenden verbreitet, sowohl in hocharktischen Gebieten wie in Westspitzbergen, Westgrönland usw., ausserdem aber auch in den boreoarktischen Gebieten; in Europa leben sie somit an der Murmanküste, in Ostfinnmarken und in den kalten Fjorden in Westfinnmarken; an der Küste von Nordamerika sind sie südwärts bis in den St. Lawrence-Golf und Newfoundland oder bis zu den Bänken vor Nova Scotia, meist aber nicht weiter verbreitet. Typische solche Arten sind *Heliometra eschrichtii* (Karte S. 11), *Asterias linckii* (S. 66) (auch auf den Bänken südlich von N. Scotia), *Pteraster obscurus* (S. 50) (nicht von Westfinnmarken bekannt), *Solaster syrtensis* (S. 39, 40), *Gorgonocephalus eucnemis* (S. 130) (westatlantisch nur bis zum nördlichen Eingang des St. Lawrence-Golfes bekannt), *Myriotrochus rinkii* (S. 150), *Eupyrgus scaber* (S. 154) (nicht von Westfinnmarken bekannt). Hierzu kommen *Asterias hyperborea* und *Asterias mülleri groenlandica* (S. 61) (nicht von Finnmarken bekannt), die jedoch gegenwärtig ein geringeres Interesse darbieten, weil sowohl die Verbreitung wie besonders die wirkliche Natur dieser Formen allzu unvollständig bekannt sind, sowie einige weiter unten besprochene Arten mit mehr abweichender Verbreitung (*Ophiura nodosa*, *Gorgonocephalus agassizi*, *Stichaster albulus*).

Diesen Arten schliesst sich eine nicht aus dem Eisfjord bekannte Art an, *Molpadia* (*Trochostoma*) *borealis* (M. Sars) (unter der Voraussetzung, dass sie von *Molpadia oolitica* Pourtalès getrennt ist), ferner *Molpadia artica* v. Marenzeller, wenn diese Form eine selbständige Art ist.[1]

[1] Verbreitung von *Molpadia arctica:* Karisches Meer, nördlichster Teil des Barentsmeers, Ostfinnmarken, zwischen Beeren Eiland und Finnmarken, Nordostgrönland. Bathymetrische Verbreitung etwa 200—400 m. — Verbreitung von *M. borealis* (Syn. *Trochostoma thomsonii* Dan. & Kor., *Ankyroderma jeffreysii* und *affine* Dan. & Kor.):

Bei ausschliesslicher Berücksichtigung der horizontalen Verbreitung bilden diese, in boreoarktischen Gegenden mehr oder weniger gemeinen Arten eine einheitliche tiergeographische Gruppe. Eine Untersuchung der Einzelheiten der Verbreitung und der Lebensweise in verschiedenen Gegenden lehrt jedoch, dass diese Gruppe aus ziemlich heterogenen Elementen besteht.

Ein besonders grosses Interesse bietet in dieser Hinsicht die Verbreitung von *Asterias linckii*. Diese Art ist sowohl ost- wie westatlantisch weit südwärts in der boreoarktischen Region verbreitet — auf der amerikanischen Seite bis K. Cod, auf der europäischen gemein bis in die Lofoten — und man könnte danach leicht zur Auffassung kommen, sie sei viel eurythermer als die übrigen Arten. Und doch ist gerade das Umgekehrte der Fall. Besonders die Verbreitung im Eisfjord, ferner das fast vollständige Fehlen in Westgrönland können, wie im Speziellen Teil (S. 67—68) näher ausgeführt worden ist, nur durch die Annahme erklärt werden, dass *A. linckii* ein sehr ausgeprägtes Kältetier ist; das gemeine Vorkommen in den boreoarktischen Gegenden muss darauf beruhen, dass hier entsprechende Verhältnisse wie im Eisfjord vorliegen. Natürlich ist *A. linckii* doch keine hocharktische Art, sie nimmt aber unzweifelhaft eine Zwischenstellung zwischen diesen und den arktisch-eurythermen Arten ein und ist mehr ausgeprägt arktisch als manche in der boreoarktischen Region weniger gemeine Arten, wenigstens *Heliometra eschrichtii*, *Pteraster obscurus* und *Ophiura nodosa*, wahrscheinlich auch *Amphiura sundevalli*. Sie nähert sich den hocharktischen Arten wohl ungefähr ebenso stark wie *Asterias panopla* oder steht ihr wenigstens so nahe, dass die beiden Arten trotz der verschiedenen Verbreitung vielleicht vom tiergeographischen Gesichtspunkte aus zu derselben Kategorie gerechnet werden können. Dass sie nicht vollständig gleichgestellt sind, ist ja selbstverständlich, und auch die Verbreitungsverhältnisse im Eisfjord zeigen, dass sie, obgleich beide Kältetiere, ökologisch wesentliche Verschiedenheiten aufweisen und in verschiedener Weise gegen warmes Wasser empfindlich sind; *A. panopla* ist im Eisfjord nicht an die inneren Gebiete gebunden, ist aber weder dort noch anderswo in Wasser von mehr als + 1,7° Temperatur gefunden worden; *A. linckii* ist auf die inneren Fjordteile beschränkt, erträgt aber dort eine Erwärmung des Wassers bis zu mehr als + 3,7°.

Eine ziemlich ausgeprägte Kaltwasserart ist *Solaster syrtensis*, obgleich es sowohl wegen der unvollständigen Kenntnis der Verbreitung wie wegen der Unsicherheit,

Sibirisches Eismeer bis 124° 41′ ö. L., Karisches Meer, Barentsmeer, Ost-, Nord- und Nordwestspitzbergen, Beeren Eiland, Ost- und Westfinnmarken, Abhang des Nordmeerbeckens von Beeren Eiland bis vor die Norwegische Rinne und O. von Island (753—1203 m), Westgrönland, boreoarktische Ostküste von Nordamerika, Nordküste von Alaska und Stiller Ozean südlich bis Vancouver Island (British Columbia); Japanisches Meer. Bathymetrische Verbreitung 37—1200 m. Literatur: H. L. Clark 1907, Mortensen 1910, 1913, ferner Danielssen & Koren 1882, Ludwig 1900, Breitfuss 1903, Östergren 1903, Marenzeller 1903, Schmidt 1904, Kalischewskij 1907, Edwards 1907 u. a. — Wenn *M. arctica* und *M. borealis* getrennte Species sind, so gehören zweifellos viele Angaben über die letztere zu der ersteren Art. Wenn *M. borealis* mit *M. oolitica* Pourtalès und mit »*Ankyroderma jeffreysi*» von den Kl. Antillen identisch ist, wie es Clark ansieht, ist die Art westatlantisch südwärts bis Florida und zu den Kleinen Antillen verbreitet und also nicht als arktisch zu bezeichnen. Einige Beweise für die Identität dieser Arten liegen jedoch nicht vor; auch Mortensen betrachtet die Sache als sehr zweifelhaft, obgleich er bis auf weiteres die arktische Art unter *M. oolitica* aufführt. Jedenfalls ist es eigentümlich, dass die Art im Nordmeer arktisch ist und im pazifischen Gebiet so weit nach Süden dringen soll; auch die dort lebende Art muss genauer mit der europäisch-arktischen verglichen werden, ehe die tiergeographische Stellung der letzteren behandelt werden kann.

die noch über die Beziehungen dieser Form zu *S. endeca* herrscht, unmöglich ist, ein bestimmtes Urteil über dieselbe zu fällen. Sie ist westatlantisch bis K. Cod (allerdings nur auf den äusseren Küstenbänken), ostatlantisch bis in das Lofotengebiet verbreitet und kann folglich unter keinen Umständen mit der hocharktischen Art *Solaster squamatus*, mit der sie oft verglichen wird, gleichgestellt werden; die Seltenheit in Westspitzbergen (kein Fund im Eisfjord) und in Westgrönland — in Ostspitzbergen und Nordostgrönland ist die Art dagegen gemein — weist aber darauf hin, dass sie mehr ausgeprägt arktisch ist als die meisten übrigen panarktischen Arten. Wenn sie wirklich auch in der borealen Region von Norwegen auftreten kann (vgl. oben S. 43), muss jedoch diese Annahme zweifelhaft erscheinen oder modifiziert werden.

Bei der Verbreitung von *Gorgonocephalus eucnemis* ist es, wie ich im Speziellen Teil (S. 134) gezeigt habe, vorläufig unmöglich, sie befriedigend zu erklären. Nach mehreren Tatsachen zu schliessen, vor allem dem Fehlen im Eisfjord und der beschränkten Verbreitung an der Ostküste von Nordamerika, wäre man geneigt, diese Art als äusserst ausgeprägt arktisch, obgleich nicht hocharktisch zu betrachten; andere Einzelheiten der Verbreitung machen aber diese Annahme unsicher.

Gorgonocephalus agassizi (Karte S. 130) scheint ebenfalls in seiner Verbreitung einige Widersprüche aufzuweisen; nach den Verhältnissen an der amerikanischen Küste zu urteilen, wäre diese Art weniger, nach anderen Tatsachen eher mehr ausgeprägt arktisch als *G. eucnemis*. Jedenfalls kann man kaum daran zweifeln, dass diese beide Arten mehr ausgesprochene Kältetiere als z. B. *Heliometra eschrichtii*, *Ophiura nodosa* und *Eupyrgus scaber* sind.

Mit grösserer Bestimmtheit wage ich mich über *Myriotrochus rinkii* auszusprechen. Diese Holothurie weist in ihrer Verbreitung mehrere Ähnlichkeiten mit *Asterias linckii* auf. Sie ist sowohl in Ost- wie in Westfinnmarken verbreitet, im letzteren Gebiet jedoch nur in beträchtlicher Tiefe auftretend; sie ist im Eisfjord gemein, hat aber dort ihre Hauptverbreitung in den kälteren Wasserschichten. Diese Verhältnisse zeigen ziemlich unzweideutig, dass *M. rinkii* sich *Asterias linckii* nähert, obgleich er, wie ausser der Verbreitung im Eisfjord besonders das häufige Vorkommen an der Westküste von Grönland andeutet, noch weniger als diese hocharktisch ist. Auch die Verbreitung im pazifischen Gebiet, wo die Art hauptsächlich in der Beringsstrasse und deren Nähe zu leben scheint und nicht bis an die Aleuten vordringt, weist auf einen Unterschied gegenüber den folgenden Arten hin.

In bezug auf die übrigen Arten, *Heliometra eschrichtii*, *Pteraster obscurus*, *Asterias hyperborea* und *A. mülleri groenlandica* (diese beiden aus vorher erwähnten Gründen nur im Vorübergehen erwähnt), *Stichaster albulus*, *Ophiura nodosa*, *Amphiura sundevalli* und *Eupyrgus scaber*, lassen sich in Verbreitung oder Lebensweise keine solchen Besonderheiten feststellen, wie bei den vorher erwähnten Arten, sondern sie können als typisch arktisch-eurytherm betrachtet werden. Mehrere Tatsachen liefern auch den positiven Beweis dafür, dass sie in Wasser von etwa + 2,5° Temperatur gedeihen. Am wichtigsten in dieser Beziehung sind vielleicht die Verbreitungsverhältnisse im Eisfjord, wo diese Arten — abgesehen von den nur vereinzelt gefundenen *Pteraster obscurus* und *Asterias hyperborea* — in der Tiefe des Fjordstamms und in den übrigen warmen Fjordabschnitten mehr oder weniger gemein vorkommen. Für andere, ähnliche Tatsachen ver-

weise ich auf den Speziellen Teil und erwähne davon hier nur einige besonders beachtenswerte Punkte: *Heliometra eschrichtii* ist sehr häufig in der Tiefe der Davisstrasse; *Ophiura nodosa* und *Pteraster obscurus* sind gemein im ganzen Beringsmeer bis an die Aleuten.

Die Verbreitung von *Ophiura nodosa* (Karte S. 87) und *Stichaster albulus* (S. 58) weist einige Eigentümlichkeiten auf, die eine besondere Erwähnung fordern. Die erstere Art unterscheidet sich von allen bisher erwähnten dadurch, dass sie nach den bisherigen Erfahrungen sowohl an der Murmanküste wie in Ost- und Westfinnmarken fehlt (jedenfalls muss sie dort sehr selten sein), und es kann daher sonderbar scheinen, sie mit den typisch arktisch-eurythermen Arten anstatt mit den mehr ausgesprochenen Kaltwassertieren zusammenzustellen; die Verbreitung in diesem Teil des Nordmeeres ähnelt ja sogar teilweise derjenigen von *Asterias panopla*, und die Art erscheint jedenfalls mehr arktisch als *Asterias linckii* und *Myriotrochus rinkii*. Nach den Verhältnissen im Eisfjord und der übrigen Verbreitung glaube ich jedoch bestimmt, dass dies nicht der Fall ist. Im östlichen Teil des pazifischen Gebiets ist diese Art sogar weiter südlich als alle übrigen bisher erwähnten Echinodermen gefunden worden, nämlich in Südostalaska (bei Sitka); dieser vereinzelte Fund beweist natürlich nicht, dass sie weniger rein arktisch als die nur bis an die Aleuten verbreiteten Tiere ist, bestätigt aber die soeben gemachte Annahme, dass sie kein besonders ausgeprägtes Kältetier ist. Das Fehlen im grössten Teil der europäisch-boreoarktischen Region ist zweifellos nur eine Folge davon, dass *O. nodosa* in der Regel in den oberen, besonders in Westfinnmarken stark erwärmten Wasserschichten lebt. (Vgl. auch den Speziellen Teil, S. 87—88).

Noch eigentümlicher ist die Verbreitung von *Stichaster albulus*. Diese Art ist von der Murmanküste, dagegen weder von Ost- noch von Westfinnmarken bekannt; westatlantisch ist sie sehr weit verbreitet, wenigstens bis in die Massachusetts Bay. Diese Verbreitung stimmt ja auffallend gut mit derjenigen von *Gorgonocephalus agassizi* überein; ich glaube aber, dass sie andere Ursachen hat, und dass *S. albulus* eine weniger kälteliebende Art als die erwähnte Ophiuride ist (unter der Voraussetzung, dass ich die tiergeographische Stellung dieser letzteren richtig aufgefasst habe). Wie ich im Speziellen Teil (S. 59) hervorgehoben habe, fanden wir die Art im Eisfjord wiederholt in Wasser von $+ 3^{\circ}$ — $+ 5^{\circ}$ Temperatur; wenn sie auch vielleicht eine so starke Erwärmung des Wassers nur für ganz kurze Zeit erträgt, so zeigen doch sowohl diese Funde wie die Häufigkeit in Westgrönland und an der amerikanischen Küste südlich von N. Scotia (in seichtem Wasser), dass sie wohl wenigstens ebenso eurytherm wie die übrigen zuletzt besprochenen Arten ist (wenn die zweifelhaften VERRILL'schen Angaben, sie sei noch bis K. Hatteras oder weiter verbreitet, bestätigt werden, muss sie natürlich noch eurythermer sein). Das Fehlen in Finnmarken kann auch in diesem Falle darauf zurückgeführt werden, dass die Art — wegen des Lebens auf steinigem Grund — vorzugsweise in seichtem Wasser vorkommt.

Die obigen Auseinandersetzungen enthalten zweifellos viele unbewiesene und willkürliche Annahmen, doch haben sie wohl immerhin einigen positiven Wert; sie scheinen mir schlagende Beweise dafür zu geben, wie ausserordentlich verwickelt die Beziehungen zwischen der geographischen Verbreitung und der Lebensweise sind. Arten mit ähnlicher Verbreitung können bei einer vertieften tiergeographischen Betrachtungsweise

zu ganz verschiedenen Kategorien gehören, und Arten mit verschiedener Verbreitung können in ihrer Abhängigkeit von den klimatischen Faktoren einander recht nahe stehen.

III. Niederarktische oder niederarktisch-nördlich-boreale Art.

Chirodota laevis (Karte S. 145) hat eine unter den Echinodermen einzig dastehende Verbreitung und kann weder mit den arktischen noch mit den arktisch-borealen Arten zusammengestellt werden. Sie unterscheidet sich in zwei wesentlichen Punkten von allen bisher erwähnten oder mit andern Worten von allen wirklich arktischen Arten. Erstens hat sie ihre Hauptverbreitung in den wärmeren Teilen der arktischen und in der boreoarktischen Region; wenn sie auch vielleicht nicht, wie es jetzt scheint, fast ganz in hocharktischen Gegenden fehlt, so ist sie doch unzweifelhaft dort viel seltener als an etwas wärmeren Küsten. Zweitens ist sie nicht auf die arktische und boreoarktische Region beschränkt, sondern ebenso gemein in etwas wärmeren Gegenden. Im Nordmeer ist sie zwar nur bis zum südlichen Teil der Lofoten verbreitet; dort ist sie aber (wenigstens stellenweise, wahrscheinlich überall auf geeignetem Boden) häufig an den offenen, borealen Küsten; im pazifischen Gebiet dehnt sich die Verbreitung weit südwärts aus, vielleicht sogar bis an die Küste von Kalifornien. Ich habe oben (S. 146—147) nachzuweisen versucht, dass *C. laevis*, auch von den teilweise unsicheren Funden im pazifischen Gebiet abgesehen, nicht so vorwiegend arktisch und boreoarktisch ist, wie eine blosse Berücksichtigung der horizontalen Verbreitung vermuten lässt. Die geringe Ausdehnung des borealen Verbreitungsgebietes kann dadurch erklärt werden, dass die Art einerseits eine Litoralform ist und andererseits zwar verhältnismässig hohe Temperaturen erträgt, aber doch nicht so hohe, wie sie die Litoralregion weiter südlich aufweist.

Wenn diese Auffassung richtig ist, steht *C. laevis* offenbar trotz ihrer im Nordmeer vorwiegend arktischen und boreoarktischen Verbreitung den arktisch-borealen näher als den arktischen Tieren; von den in geringe Tiefe aufsteigenden niederarktisch-borealen Arten unterscheidet sie sich in ihrer Thermopathie durch das niedrigere Sommermaximum (Jahresamplitude im borealen Gebiet + 3 bis 4— + 10° statt bis z. B. + 15°), von den in der borealen Region auf grössere Tiefe beschränkten Arten vielleicht im Grunde noch weniger.

IV. Arktisch-boreale Arten.

Mehr als die Hälfte der aus dem Eisfjord bekannten Echinodermen, ein Drittel aller an den arktischen Küsten des Nordmeeres lebenden Arten, sind sowohl in der arktischen wie in der borealen Region verbreitet und somit als arktisch-boreal zu bezeichnen. In der Ausdehnung des borealen, bisweilen auch des arktischen Verbreitungsgebietes, in der Häufigkeit innerhalb desselben und überhaupt in dem geringeren oder grösseren Grade, worin sie den borealen Bedingungen angepasst sind, zeigen diese Arten erhebliche Unterschiede. Um den Vergleich zwischen den Arten zu erleichtern, habe ich die wichtigsten Züge der ausserarktischen Verbreitung in einer Tabelle zusammengestellt. Um eine vollständige Vorstellung von der Verbreitung einer Art zu erhalten, muss man sich natürlich an die ausführliche Darstellung im Speziellen Teil halten; einige faunistisch ungenügend bekannte Gebiete (warme Küsten von Island, westlicher Teil des pazifischen Gebietes) habe ich in der Tabelle nicht berücksichtigt.

Übersicht der ausserarktischen Verbreitung

* : Sehr nahe verwandte
(+) : Selten oder nur in
(+) : Ganz vereinzelte Funde

	Norwegische Westküste bis 62° 30′ n. Br.	Norwegische Westküste S. davon	Skagerak	Kattegatt und Sunde	Nordsee: Shetland-Inseln und nördlichster Teil von Schottland	Nordsee, nördlicher Teil (ausser der norwegischen Küste und Rinne); Westküste von Schottland (und Nordostküste von Irland)	Färöer	Irische See; Westküste von England; Süd- und Westküste von Irland	Nordsee, südlicher Teil	Englischer Kanal	Atlantische Tiefsee SW. des Wyville Thomson-Rückens und SW. von Irland	Golf von Biscaya	Azoren	Ostküste von Nordamerika N. von K. Cod	Ostküste von Nordamerika S. von K. Cod	Beringsmeer	Aleuten—Strait of Fuca, Washington	Washington - Kalifornien	Kalifornien—Galapagosinseln (oder weiter)
Ctenodiscus crispatus . .	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	–	—	—	+	(+)	+	+	+	+
Pedicellaster typicus . .	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	–	—	—	+	—	—	—	—	—
Lophaster furcifer . . .	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	(+)	*	*	*	*
Pteraster militaris . . .	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	(+)	—	—	+	—	+	+	—	—
Pteraster pulvillus . . .	+	+	—	—	(+)	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	-
Cucumaria frondosa . .	+	+	—	—	+	-	+	—	—	—	.	—	—	+	(+)	*	*	*	*
Ophiacantha bidentata .	+	+	—	—	—	—	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—
Pontaster tenuispinus . .	+	+	+	—	—	—	—	—	(+)	—	+	+	—	+	—	—	—	—	—
Ophioscolex glacialis . .	+	+	+	—	—	—	+	—	—	—	*	*	—	+	+	—	—	—	—
Ophiocten sericeum . . .	+	+	(+)	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—
Ophiura robusta	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	+	—	*	—	—	
Strongyloc. droebachiensis	+	+	+	+	+	+	+	—	(+)	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—
Ophiura sarsii	+	+	+	+	+	(+)	+	—	(+)	—	—	—	—	+	+	+	+	+	—
Psolus phantapus . . .	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
Phylloph. pelluc.+drumm.	+	+	+	+	+	+	—	+	—	—	—	—	—	+	–?	+	—	—	—
Solaster endeca	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	+	(+)	+	+	(*)	—
Ophiopholis aculeata . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	—	—	+	+	+	+	+	—
Solaster papposus . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	(+)	+	+	—	—
Henricia sanguinolenta .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	*	—

Wenn man nun alle diese Tatsachen zu überblicken versucht, so bekommt man wohl vorerst den Eindruck, dass beinahe jede denkbare Verbreitung tatsächlich verwirklicht ist, und es erscheint fast aussichtslos, aus der verwirrenden Menge der Tatsachen einige allgemeine Gesetze abzuleiten. Doch kann man zunächst nach den Hauptzügen der Verbreitung (besonders der ostatlantischen) zwei Gruppen unterscheiden, welche zwar keineswegs einheitlich, aber mit einer Ausnahme ziemlich scharf getrennt sind.

1. Im Nordmeer höchstens bis in den tiefen Teil des Skagerak verbreitet.

Ctenodiscus crispatus (Karten S. 22, 23) ist im Nordmeer nur bis etwas südlich von Kristiansund verbreitet; westwärts tritt er erst in Nordwestisland wieder unter borealen Bedingungen auf. Westatlantisch kommt er auch etwas südlich von K. Cod vor, dort jedoch nur in grösserer Tiefe, in Wasser von ziemlich niedriger Temperatur. Im Nordmeer

der arktisch-borealen Echinodermen.

Form oder Formen.
einem Teil des Gebietes.
oder nur in einem Grenzgebiet.

Bemerkungen

C. crispatus: An der Küste nicht S. von K. Cod.

L. furcifer: An der Küste nicht S. von K. Cod.
P. militaris: In der Norwegischen Rinne bis an die Grenze zwischen der Nordsee und dem Skagerak. SW. des Wyville Thomson-Rückens (1 Fund), nicht SW. von Irland.
P. pulvillus: N. der Shetland-Inseln, sonst nicht an diesen Inseln und nicht an der Küste von Schottland.

C. frondosa: Auch Westküste von Schottland? An der Küste nicht S. von K. Cod.

O. bidentata: Auch S. von der Biscayerbucht bis W. von Afrika.

O. sericeum: Skagerak nur Kristianiafjord und Kosterrinne.

S. droebachiensis: In der Nordsee bis an die Doggerbank, also verhältnismässig weit südwärts; S. davon nur ein vereinzelter, wohl nicht ganz sicherer Fund.
O. sarsii: Auch Rockall Bank. Vielleicht W. von Irland.

S. endeca: Nur unmittelbar S. von K. Cod.

O. aculeata: Seltener im südlichen Teil der Nordsee. Auch Rockall Bank.

S. papposus: An der Küste nicht S. von K. Cod

H. sanguinolenta: Seltener im nördlichen Teil der Nordsee. Auch Rockall Bank.

und im ganzen Atlantischen Ozean ist *C. crispatus* folglich mehr überwiegend arktisch als irgend eine andere arktisch-boreale Art; innerhalb seines kleinen borealen Verbreitungsgebietes ist er jedoch so gemein, dass er zu den arktisch-borealen Arten gerechnet werden muss. Die Kluft zwischen diesen und den arktischen Arten bleibt trotzdem tief, weil von den letzteren keine südlich der Lofoten und mit Ausnahme von *Chirodota laevis*, die eine Sonderstellung einnimmt, überhaupt nicht unter borealen Bedingungen auftritt. (Wenn man andere Tiergruppen mit in Betracht zieht, wird die Grenze zwischen den arktischen und den arktisch-borealen Arten mehr fliessend, und man könnte vielleicht zweifeln, ob nicht *C. crispatus* besser mit einigen vorwiegend arktischen Arten zusammenzustellen wäre; in diesem Zusammenhang kommt es mir jedoch nur darauf an, die Verbreitung der Echinodermen darzustellen, und dabei kann keine Unsicherheit herrschen.)

Wenn *C. crispatus* im atlantisch-borealen Gebiet eine beschränktere, so hat er eigentümlicherweise im pazifischen Gebiet eine weitere Verbreitung als irgend eine andere Echinodermenart; er lebt der ganzen Westküste von Nord- und Südamerika entlang (in einer nahverwandten Form sogar an der Ostküste von Südamerika). In den wärmeren Teilen dieses gewaltigen Gebietes tritt er erst in grosser Tiefe auf, also in mehr oder weniger kaltem Wasser, doch lässt sich nicht verhehlen, dass ein gewisser Gegensatz zwischen der atlantischen und der pazifischen Verbreitung herrscht (s. näher oben S. 25—26). Im Nordmeer ist er jedenfalls eine vorwiegend arktische und boreoarktische Art, wenn man auch vorläufig nicht erklären kann, warum er nicht so weit südwärts dringt wie die unten besprochenen Arten.

Cucumaria frondosa (Karten S. 156, 157), *Lophaster furcifer* (S. 45), *Pedicellaster typicus* (inkl. *P. palæocrystallus*, s. unten), *Pteraster militaris*[1] (S. 47) und *Pteraster pulvillus* sind an der ganzen oder fast der ganzen skandinavischen Westküste, aber nicht bis in das Skagerak verbreitet. *Pteraster militaris* geht weiter als die übrigen, nämlich in der Norwegischen Rinne bis an die Grenze zum Skagerak; *Solaster furcifer* ist bis etwa 59° n. Br., die übrigen nur bis etwa 60° n. Br. gefunden. Wenn man die übrige Verbreitung im Nordmeer betrachtet, so erscheinen *Solaster furcifer*, *Pedicellaster typicus* und *Pteraster pulvillus* am meisten ausgeprägt nördlich; sie sind weder von den Färöern, noch von den Shetlandinseln (die letztgenannte Art N. davon am Eingang des Färö-Shetland-Kanals gefunden) oder der übrigen nördlichen Nordsee bekannt. *Pteraster militaris* ist ausser am Rande der Norwegischen Rinne am Südabhang des Wyville Thomson-Rückens gefunden worden, im ganzen ist er wohl jedoch ungefähr ebenso nördlich wie die vorigen. *Cucumaria frondosa* dagegen ist gemein bei den Färöern, bei den Shetland-Inseln und am nördlichen Teil der Ostküste von Schottland und ist folglich weniger exklusiv nördlich als die übrigen. Dieser Unterschied tritt auch an der Ostküste von Nordamerika zutage. *Pteraster militaris*, *P. pulvillus* und *Pedicellaster typicus* sind dort nur nördlich von K. Cod verbreitet; *Solaster furcifer* ist vielleicht etwas weiter südlich gefunden worden, doch zweifellos nur in grösserer Tiefe; *Cucumaria frondosa* dagegen lebt eine kurze Strecke südlich von K. Cod. Im pazifischen Gebiet verhalten sich diese Arten sehr verschieden. *Pteraster pulvillus* ist bisher nur in der Nähe der Bering-Inseln gefunden; *P. militaris* ist bis Washington verbreitet. *Pedicellaster typicus* ist vom pazifischen Gebiet nicht bekannt; *Solaster furcifer* und *Cucumaria frondosa* fehlen ebenfalls, sind aber durch mit der atlantisch-arktischen Art äusserst nahe verwandte Formen ersetzt, und diese sind auffallenderweise der ganzen nordamerikanischen Küste entlang und weiter südwärts bis an die Galapagos-Inseln verbreitet.

Ophiacantha bidentata (Karten S. 113, 114) hat eine ganz andere Verbreitung als die vorigen Arten und scheint deshalb auf den ersten Blick einer in tiergeographischer Hinsicht prinzipiell verschiedenen Kategorie anzugehören; sie ist nämlich südwärts weit

[1] Wyville Thomson äussert in der Einleitung zu »The Depths of the Sea» (1873, p. 43), dass er mehrere i. J. 1870 in tiefem Wasser »as far south as the coast of Portugal» gefundene nördliche Echinodermen gesehen habe, u. a. *Pteraster militaris, Strongylocentrotus droebachiensis, Ophiura sarsii, Ophiocten sericeum* und *Ophiacantha bidentata*. Diese Angaben werden in der speziellen Literatur nirgends erwähnt und die drei oder vier ersteren müssen unbedingt auf einem Missverständnis beruhen; ich habe daher keine dieser Angaben berücksichtigt.

verbreitet im Atlantischen Ozean, von Island bis in den Golf von Biscaya, bei den Azoren, westlich von Portugal und von Nordafrika; westatlantisch geht sie weit südlich von K. Cod (bis 33° 27′ n. Br.) (im pazifischen Gebiet ist sie nur von den Aleuten und der Küste von Asien, nicht aber von der amerikanischen Küste bekannt). Im Nordmeer hat diese Art jedoch dieselbe oder richtiger eine noch beschränktere Verbreitung als die oben erwähnten Arten; sie ist nämlich südlich vom Eingang der Norwegischen Rinne nicht mit Sicherheit gefunden worden und ist sehr selten an der ganzen borealen Westküste von Norwegen (S. vom Lofotengebiet nur 5 sichere Funde, keiner davon in einem Fjord); sie lebt bei den Färöern, dagegen nicht bei den Shetland-Inseln oder auf den angrenzenden Partien des Nordseeplateaus. In der Tat dürfte sie nicht eurythermer oder, wenn man so will, nicht weniger »nördlich» als die erwähnten Arten sein; sie nähert sich eher den arktischen Arten, wenigstens mehr als die viel weniger in südlicher Richtung vordringende *Cucumaria frondosa*. Die weite Verbreitung im Atlantischen Ozean wird dadurch ermöglicht, dass *O. bidentata* eine äusserst eurybathe Art ist, bis in 4400 m Tiefe hinabsteigend und gemein noch bis in etwa 2500 m. Südlich vom Nordmeer lebt sie fast ausschliesslich in grosser Tiefe, folglich in Wasser von stets verhältnismässig niedriger Temperatur (+ 3 —etwa + 5°). Die anderen Arten sind entweder reine Seichtwassertiere (*Cucumaria frondosa, Pteraster pulvillus*) oder sie steigen nur in den oberen Teil der Tiefenzone hinab und sind auch dort nicht gemein (*Solaster furcifer, Pteraster militaris, Pedicellaster typicus*). Natürlich wird das Leben in der Atlantischen Tiefsee nicht allein durch diese Eurybathie und die verhältnismässig grosse Eurythermie ermöglicht, sondern es kommen auch andere Umstände hinzu.

Pontaster tenuispinus (Karten S. 14, 15) schliesst sich in mehreren Hinsichten eng an *Ophiacantha bidentata* an. Er ist in der Tiefe des Atlantischen Ozeans von Island bis in den Golf von Biscaya verbreitet; er dringt also wenigstens nach den bisherigen Erfahrungen nicht so weit südwärts als die erwähnte Ophiuride, steigt aber andererseits im Atlantischen Meer in bedeutend geringere Tiefe hinauf und erträgt folglich höhere Temperaturen. Im Nordmeer fällt das Verbreitungsgebiet zum grossen Teil mit demjenigen von *O. bidentata* zusammen; doch dringt *P. tenuispinus* durch die ganze Norwegische Rinne bis in das Skagerak hinein; in der ganzen übrigen Nordsee fehlt er, abgesehen von einem vereinzelten, offenbar zufälligen Fund im südöstlichen Teil. Diese Verhältnisse zeigen, dass die Art etwas weniger stenotherm oder weniger »nördlich» als *O. bidentata* ist, trotz der grösseren Verbreitung dieser letzteren im Atlantischen Ozean.

Eine Ophiuride, deren Verbreitung im Nordmeer fast vollständig mit derjenigen von *Pontaster tenuispinus* übereinstimmt, ist *Ophioscolex glacialis* (Karten S. 120, 121). Diese Art fehlt auf dem ganzen Nordseeplateau, ist aber in der Norwegischen Rinne sehr gemein. Sie lebt auch im Kristianiafjord und in der Kosterrinne; dieser Unterschied gegenüber *P. tenuispinus* ist aber nur eine Folge davon, dass dieser letztere überhaupt keine Fjordform ist. Vom Atlantischen Ozean ist *O. glacialis* nicht bekannt, die nahverwandte Form *O. purpureus* kommt aber sowohl südwestlich des Wyville Thomson-Rückens wie im Golf von Biscaya vor; besonders wenn diese Form keine selbständige Art (wohl eher Unterart) sondern nur eine Standortmodifikation von *O. glacialis* darstellt, ist ja die Übereinstimmung mit *P. tenuispinus* sehr gross (*O. purpureus* ist jedoch im östlichen Teil

des Atlantischen Ozeans nicht in geringerer Tiefe als 775 m gefunden worden; über die Verbreitung der *Ophioscolex*-Formen an der Ostküste von Nordamerika s. oben S. 120—122).

Auch *Ophiocten sericeum* (Karten S. 95, 96) muss im Anschluss an *Ophiacantha bidentata*, *Pontaster tenuispinus* und *Ophioscolex glacialis* erwähnt werden. Diese Ophiuride unterscheidet sich von der ersteren Art dadurch, dass sie wie *Cucumaria frondosa*, *Pedicellaster typicus*, *Solaster furcifer* und *Pteraster pulvillus* der ganzen norwegischen Westküste entlang (wenigstens bis etwa 60° n. Br.) verbreitet ist, von *Pontaster tenuispinus* und *Ophioscolex glacialis* dadurch, dass sieim ganzen inneren und mittleren Teil der Norwegischen Rinne fehlt. Dagegen ist sie im Kristianiafjord gefunden worden. Dieser Fund steht jedoch ganz vereinzelt da, und die übrige Verbreitung im Nordmeer stimmt ja vollständig mit derjenigen von *Pedicellaster typicus*, *Solaster furcifer* und *Pteraster pulvillus* überein. Die Ähnlichkeit mit *Ophiacantha bidentata* liegt vor allem im Vorhandensein eines atlantischen Verbreitungsgebietes, das sich von Island bis südwestlich von Irland (soweit bekannt nicht weiter) erstreckt. Westatlantisch scheint *O. sericeum* nur von den Bänken vor dem Golf von Maine bekannt zu sein.

Wenn man nun alle bisher erwähnten arktisch-borealen Arten im Zusammenhang betrachtet, so springen zwei Unterschiede in der Verbreitung in die Augen: die 6 erstgenannten Arten (*Ctenodiscus crispatus—Pteraster pulvillus*) sind ostatlantisch reine Nordmeerarten, die 4 übrigen (*Ophiacantha bidentata—Ophiocten sericeum* [*Ophioscolex glacialis* jedoch nur in einer anderen »Form«]) sind mehr oder weniger in der atlantischen Tiefsee verbreitet; ferner findet man eine Gruppe von Arten, die an der skandinavischen Küste höchstens bis an den Eingang des Skageraks oder meist nicht einmal so weit verbreitet sind (*Ctenodiscus crispatus—Ophiacantha bidentata*) und eine andere, die durch den ganzen tiefen Teil des Skageraks vordringt (*Pontaster tenuispinus*, *Ophioscolex glacialis*, *Ophiocten sericeum*). Diese Gruppen sind gewissermassen ganz natürlich; doch muss man sich davor hüten, diesen Unterschieden eine grössere allgemeine Bedeutung zuzuschreiben. Ich habe schon oben bemerkt, dass eine in der Tiefe des Atlantischen Beckens lebende Art nicht besser an wärmere Bedingungen angepasst zu sein braucht als eine reine Nordmeerart, und ganz dasselbe gilt von dem Vorkommen in der Norwegischen Rinne; ob ein Tier durch die ganze Rinne hindurchdringt oder auf die Westküste von Norwegen beschränkt ist, ist von vielen verwickelten Umständen abhängig, deren Klarlegung ich hier nicht versuchen will noch kann.

Wenn man von nicht allzu oberflächlichen Gesichtspunkten aus eine Einteilung dieser Arten versuchen will, so muss man zunächst *Ctenodiscus crispatus* als einzigen Repräsentanten einer im Nordmeer exklusiv nördlichen Gruppe aussondern. In derselben Weise muss auch *Cucumaria frondosa* ausgeschieden werden. Diese Art bildet den Gegenpol von *Ctenodiscus crispatus*, indem sie an den Küstengebieten weiter südlich als die übrigen vordringt. Der wichtigste Gegensatz zwischen *C. frondosa* und den übrigen Arten besteht in der verschiedenen Weise, in welcher die Eurythermie zutage tritt; dieser Gegensatz ist es, der die verschiedene Verbreitung bedingt. Die anderen Arten leben in der borealen Region in Wasser von fast konstanter Temperatur (+ 5—+ 7°, *Pontaster tenuispinus* auch etwas mehr), *C. frondosa* dagegen erträgt eine viel höhere Som-

mertemperatur (etwa + 15°), wenn nur die Wintertemperatur niedrig bleibt (+ 3 bis + 4°). In dieser Hinsicht steht sie im Gegensatz zu allen Arten dieser Gruppe, auch zu *Ctenodiscus crispatus*.

Bei den 8 nach Aussonderung von *Ctenodiscus crispatus* und *Cucumaria frondosa* zurückbleibenden Arten kann man den Unterschieden in der Verbreitung gegenwärtig keine solch tiefgreifende Bedeutung zuschreiben, sondern sie müssen als eine nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse ziemlich einheitliche Gruppe betrachtet werden. Für eine weitere Einteilung sind genaue Untersuchungen über die Thermopathie jeder Art erforderlich. Schon jetzt kann man behaupten, dass in dieser Beziehung keine grösseren Unterschiede vorhanden sind. Die obere Temperaturgrenze liegt für alle bei etwa + 6 bis + 7°, und alle ertragen eine konstant so hohe Temperatur. Wenn einige Arten mehr arktisch sind als die übrigen, so sind es wahrscheinlich nicht eben diejenigen mit dem kleinsten borealen Verbreitungsgebiet, sondern eher *Ophiocten sericeum* und ganz besonders *Ophiacantha bidentata*, welche eine äusserst beschränkte Verbreitung an der borealen Westküste von Norwegen hat und ein wenig kälteres Wasser als die meisten übrigen zu erfordern scheint. *Ophiocten sericeum* wird nicht selten in Wasser von etwa + 7° Temperatur angetroffen, scheint aber hier meist nur ganz vereinzelt aufzutreten. — *Pontaster tenuispinus* scheint, wenigstens nach der Verbreitung im Atlantischen Ozean zu urteilen, wo er nicht selten in Wasser von etwa + 10° Temperatur angetroffen wird, das andere Extrem zu repräsentieren.

Eine Sonderstellung nimmt die in der Tabelle nicht aufgenommene Ophiuride *Ophiactis abyssicola* ein. Sie ist wohl hauptsächlich atlantisch; unter arktischen Bedingungen tritt sie nur in der Nordmeertiefe auf (s. unten).

2. Im Nordmeer bis in den Kattegatt und die Kattegatt—Ostsee-Sunde, sowie bis in die mittlere oder südliche Nordsee oder weiter verbreitet.

Ophiura robusta (Karten S. 81, 82) und *Strongylocentrotus droebachiensis* (Karten S. 139, 140) haben eine sehr ähnliche Verbreitung. Im Nordmeer fallen die Gebiete fast vollständig zusammen; die letztere Art scheint etwas weiter südwärts in der Nordsee verbreitet zu sein; dieser Unterschied ist jedoch möglicherweise nur scheinbar, da die Verbreitung von *O. robusta* weniger bekannt ist. Aus demselben Grund darf man den übrigen Unterschieden bis auf weiteres keine grössere Bedeutung beimessen (*O. robusta* nicht S. von K. Cod bekannt); auch die Verbreitung im pazifischen Gebiet gibt jedoch den Eindruck, dass *O. robusta* eine in südlicher Richtung beschränktere Verbreitung hat. *Ophiura sarsii* hat eine in den grossen Zügen ähnliche, in mehreren Einzelheiten abweichende Verbreitung. Sie ist gemein in der Norwegischen Rinne; die beiden andern Arten kommen in der Regel nur an den Rändern derselben vor. Im Kattegatt lebt sie nur in der tiefen Rinne des östlichen Teils; die beiden anderen Arten sind vorwiegend in anderen Gebieten verbreitet. In der Nordsee ist *O. sarsii* gemein nur in der Norwegischen Rinne und bei den Shetlandinseln, von den ganz vereinzelten Funden in der übrigen Nordsee liegen aber eigentümlicherweise drei im südlichen Teil. Eine weitere Besonderheit in der Verbreitung dieser Art ist die, dass sie auf der Rockall-Bank vorzukommen scheint. Im Stillen Ozean ist sie weiter südwärts verbreitet sowohl als *Ophi-*

ura robusta und *Strongylocentrotus droebachiensis* wie als alle bisher nicht erwähnten Arten ausser *Ophiopholis aculeata* (bis Kalifornien).

Psolus phantapus (Karten S. 162, 163) unterscheidet sich von den obigen Arten dadurch, dass er am nördlichen Teil der britischen Inseln die Grenze des Nordmeeres überschreitet und an der Westküste von Schottland sowie an der Nordostküste von Irland lebt (hierin unterscheidet er sich sogar von allen bisher besprochenen Echinodermen ausser vielleich *Cucumaria frondosa*). Diese Besonderheit muss von ganz speziellen Ursachen abhängig sein und kann keine tiefe Kluft zwischen diese Art und *Ophiura robusta* und *Strongylocentrotus droebachiensis* legen; im ganzen Nordmeer hat sie genau dieselbe Verbreitung, von so speziellen Besonderheiten abgesehen, dass sie in der Nordsee an die Küste gebunden ist usw. Westatlantisch dringt *P. phantapus* nicht, wie an den britischen Küsten, weiter als *S. droebachiensis* hinab, sondern hat eine viel beschränktere Verbreitung und ist an der Küste nicht einmal bis K. Cod bekannt.

Den vorigen Arten schliesst sich *Solaster endeca* (Karten S. 39, 40) an. Diese Art ist, wie *Ophiura robusta* und *Psolus phantapus*, streng an die nördliche Hälfte der Nordsee gebunden. Ein eigentümlicher Zug in der Verbreitung dieser Art, worin sie gleichsam den von *P. phantapus* eingeschlagenen Weg weiter verfolgt hat, ist das Vorkommen in der Irischen See und an der Süd- und Westküste von Irland, trotz des Fehlens in der südlichen Nordsee und im Kanal. Hierdurch steht sie, was die Südgrenze anbetrifft, etwa in der Mitte zwischen den früher erwähnten und den auch in der südlichen Nordsee und im Kanal verbreiteten Arten. An der Ostküste von Nordamerika ist *S. endeca* bis unmittelbar südlich von K. Cod aber nicht weiter verbreitet, an der Westküste dringt er bis British Columbia. Eine wichtige Besonderheit in der Verbreitung dieser Art ist, dass sie hocharktische Bedingungen meidet; sie ist folglich als niederarktisch-boreal zu bezeichnen. — Ungefähr auf derselben Stufe scheinen *Phyllophorus pellucidus* und *drummondii* zu stehen; auf die Verbreitung dieser Holothurien will ich jedoch nicht eingehen, weil es unsicher ist, ob sie getrennte Arten sind oder nicht.

Ein weiteres Glied in der Serie *Ophiura robusta* (und *Strongylocentrotus droebachiensis*)—*Psolus phantapus*—*Solaster endeca* bildet *Ophiopholis aculeata* (Karten S. 102, 103). Diese Ophiuride ist, wie *Solaster endeca*, gemein in der Irischen See und an der Süd- und Westküste von Irland; im Gegensatz zur erwähnten Art lebt sie nicht nur in der nördlichen, sondern auch in der südlichen Hälfte der Nordsee. Sie scheint dort regelmässig vorhanden zu sein, ist aber sicher viel seltener als weiter nördlich. Die Kluft zwischen dieser Art und *Solaster endeca* dürfte daher weniger tief sein, als es auf den ersten Blick erscheinen könnte. Doch ist sie auch in ihrer übrigen Verbreitung weniger nördlich und sowohl an der Ost- wie an der Westküste von Nordamerika weit südwärts verbreitet. Das Vorkommen in der atlantischen Tiefsee vor dem Wyville Thomson-Rücken (SW. von Irland ist die Art nur in geringer Tiefe gefunden) hat dagegen in dieser Beziehung keine Bedeutung, sondern zeigt nur, dass dieses Tier tiefer als *Solaster endeca*, *Psolus phantapus* u. a. hinabsteigt. Auch *O. aculeata* fehlt unter ausgesprochen hocharktischen Bedingungen.

Es sind nur noch zwei arktisch-boreale Echinodermen übrig, *Solaster papposus* (Karten S. 32, 33) und *Henricia sanguinolenta* (S. 52, 53). Diese unterscheiden sich von allen bisher erwähnten Arten dadurch, dass sie in der südlichen Nordsee und im Eng-

lischen Kanal bis an die Nordwestecke von Frankreich gemein vorkommen (dass die letztere Art nur einmal in der offenen südlichen Nordsee gefunden worden ist, beruht offenbar auf speziellen, in diesem Zusammenhang nicht in Betracht kommenden Umständen). Die Verbreitung dieser beiden Arten im Nordmeer und dessen Grenzgebieten ist fast ganz dieselbe, von kleineren mit der Vertikalverbreitung und anderen Umständen zusammenhängenden Abweichungen abgesehen. Ein stark in die Augen springender Unterschied in der Verbreitung der beiden Arten ist das Vorkommen von *Henricia sanguinolenta* im Atlantischen Ozean bis in den Golf von Biscaya und an die Azoren. Es handelt sich hierbei jedoch um einen ganz ähnlichen Fall wie bei *Ophiacantha bidentata;* auch *H. sanguinolenta* lebt in diesen Teilen des Atlantischen Ozeans nur in grosser Tiefe und folglich in verhältnismässig sehr kaltem Wasser; *Solaster papposus* steigt nie so tief hinab (meist sogar nicht tiefer als 500 m). Nach der ostatlantischen Verbreitung erscheinen die beiden Arten also in tiergeographischer Hinsicht ziemlich gleichwertig, die Verbreitung an der Ostküste von Nordamerika dürfte jedoch zu der Annahme zwingen, dass *H. sanguinolenta* doch eine etwas »südlichere» und eurythermere Art ist; sie ist dort in mehr oder weniger seichtem Wasser wenigstens bis in den Long Island Sound verbreitet (ferner vor New Jersey und K. Hatteras ohne Tiefenangaben); *Solaster papposus* dagegen lebt wenigstens an der Küste nur nördlich von K. Cod (an den offenen Bänken scheint er etwas SO. davon gefunden worden zu sein).

Bei einem Versuch, diese 9 längs der ganzen skandinavischen Westküste und mehr oder weniger weit in der Nordsee verbreiteten Arten in natürliche tiergeographische Gruppen zu zergliedern, fällt es zuerst auf, dass die beiden zuletzt behandelten, *Solaster papposus* und *Henricia sanguinolenta*, eine Sonderstellung einnehmen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass das weite Vordringen gegen Süden bis durch den ganzen Englischen Kanal, wodurch sie sich von allen anderen arktisch-borealen Echinodermen unterscheiden, der Ausdruck einer wirklichen ökologischen Verschiedenheit ist. Sie ertragen eine Sommertemperatur von mehr als + 15° auch dann, wenn die Wintertemperatur nicht unter + 8 oder + 7° sinkt; die übrigen Arten dieser Abteilung leben teilweise ebenfalls in Wasser von derselben hohen Sommertemperatur, aber nur bei einer Wintertemperatur von weniger als + 5°.

Von den übrigen 7 Arten besitzen, wie ich oben nachgewiesen habe, *Ophiura robusta*, *Strongylocentrotus droebachiensis*, *Psolus phantapus* und *Ophiura sarsii* eine in den Hauptzügen übereinstimmende Verbreitung innerhalb der atlantisch-borealen Region. Die drei ersteren ertragen teils eine konstante Temperatur von + 6—+ 7°, ausserdem eine Sommertemperatur von etwas mehr als + 15°, aber nur in gewissen Gegenden; wenn die Wintertemperatur nicht unter etwa + 5° sinkt, scheinen sie keine so hohe Sommertemperatur zu ertragen. Besonders in dieser letzteren Hinsicht zeigen sie vielleicht gewisse Unterschiede untereinander, darüber ist jedoch nichts Sicheres bekannt.

Ophiura sarsii unterscheidet sich von den drei übrigen dadurch, dass sie sowohl bei etwas höherer wie bei sehr niedriger Wintertemperatur in der Regel nicht in Wasser von mehr als höchstens + 10° Temperatur vorkommt. Die Art ist also tatsächlich ziemlich verschieden von den übrigen, daraus folgt jedoch nicht, dass die Unterschiede in einer verschiedenen Natur begründet sind. Sie tritt nämlich unabhängig von den Tem-

peraturverhältnissen erst in einer Tiefe auf, wo so grosse Temperaturunterschiede, wie sie die anderen Arten ertragen, nirgends mehr vorhanden sind (vgl. S. 77—78).

Wenn man also nach der borealen Verbreitung diese vier Arten und besonders die drei ersteren einander ziemlich gleichstellen kann, so bilden sie doch keine ganz homogene Gruppe. *Ophiura sarsii* meidet ausgesprochen hocharktische Bedingungen; die übrigen sind bis in die kältesten arktischen Gegenden verbreitet, *Strongylocentrotus droebachiensis* und *Psolus phantapus* erreichen aber ihre kräftigste Entwicklung in etwas wärmeren Gegenden.

Ich habe oben nachgewiesen, dass die letztgenannte Art, obgleich nahe mit den andern zusammenhängend, gleichzeitig das Anfangsglied einer Kette *Psolus phantapus* -*Solaster endeca* (und die *Phyllophorus*-Formen)—*Ophiopholis aculeata* bildet, deren letztes Glied sich der Gruppe *Solaster papposus—Henricia sanguinolenta* nähert. Wenn man die Verbreitung und die Verbreitungsbedingungen genauer analysiert, so findet man, dass die abweichende Verbreitung von *Solaster endeca* und *Ophiopholis aculeata* die Folge eines Unterschieds in der Thermopathie sein muss; die weitere Verbreitung an den westlichen Küsten der britischen Inseln zeigt, dass sie in wärmerem Wasser zu leben vermögen als *Ophiura robusta*, *Strongylocentrotus droebachiensis* und *Psolus phantapus*. Den Unterschied durch Ziffern zu veranschaulichen, ist gegenwärtig kaum möglich; die im Speziellen Teil zusammengestellten Angaben können jedoch einige Andeutungen geben. Was besonders *O. aculeata* betrifft, ist zu bemerken, dass sie teils eine konstante Temperatur von etwa + 10°, teils eine Jahresamplitude von + 5—15° erträgt; das letztere ist zwar nur ausnahmsweise der Fall, doch liegt schon darin ein Unterschied gegenüber den andern Arten. Die Verschiedenheit von den beiden in der südlichen Nordsee und im Kanal gemeinen Arten ist jedoch ebenso gross oder grösser. *Solaster endeca* und *Ophiopholis aculeata* (wohl in noch höherem Grade) nehmen also auch bei einer tiefergehenden Untersuchung der Verbreitung und Lebensweise eine vermittelnde Stellung zwischen den auf das Nordmeer beschränkten und den rings um alle britischen Küsten verbreiteten Arten ein. Sie ähneln einander auch in dem Fehlen in ausgesprochen hocharktischen Gegenden.

Die obigen Arten ausser *Ophiura sarsii* — also *Ophiura robusta*, *Strongylocentrotus droebachiensis*, *Psolus phantapus*, *Solaster endeca*, *Ophiopholis aculeata* — unterscheiden sich also von *Solaster papposus* und *Henricia sanguinolenta* dadurch, dass sie eine Jahresamplitude von + 5 bis + 7— + 15° oder mehr, nicht oder (*O. aculeata*) nur ganz ausnahmsweise aushalten. Doch ertragen diese Arten teils eine konstante Temperatur von + 6 bis + 7°, teils ein Maximum von etwa + 15° oder mehr. Als Konsequenz hieraus ergibt sich die schon oben angedeutete Annahme, dass diese Echinodermen die erwähnte hohe Sommertemperatur nur dann ertragen, wenn die Wintertemperatur erheblich unter + 5° sinkt. Dieses Ergebnis mag überraschend und unglaublich erscheinen; da diese Tiere unleugbar eine Temperatur von konstant etwa + 6° ertragen, ist es nicht leicht verständlich, warum eine hohe Sommertemperatur eine noch niedrigere Wintertemperatur erfordern müsste. Da diese Annahme die Verbreitung der Arten gut erklärt, jeder andere Erklärungsversuch aber zu versagen scheint, muss man sie doch wenigstens vorläufig akzeptieren, selbstverständlich mit dem für alle Schlussfolgerungen beanspruchten Vor-

behalt, dass die Verhältnisse in der Natur wahrscheinlich nicht so schematisch, sondern viel komplizierter sind.

Jedenfalls kann man nicht daran zweifeln, dass die Südgrenze dieser Arten klimatischer Natur ist und wenigstens hauptsächlich durch die Temperaturverhältnisse bestimmt wird. Von besonderem Interesse ist die Verbreitung in der Nordsee. *Ophiura robusta* und *Solaster endeca* fehlen ganz in der südlichen Hälfte; *Strongylocentrotus droebachiensis* ist ein wenig weiter südlich in der offenen Nordsee verbreitet, fehlt aber (abgesehen von einem einzigen Fund) im südlichsten Teil; *Ophiopholis aculeata* scheint über die ganze Nordsee verbreitet zu sein, ist aber unvergleichlich seltener in der südlichen Hälfte. Dieses Gebiet ist nun dasselbe, in welches ein südliches Faunenelement eindringt, das in der mittleren und nördlichen Nordsee fehlt. Appellöf (1905, 1912) nimmt, zweifellos mit Recht, an, dass dieses Element sein Vorkommen in der südlichen Nordsee der hohen Sommertemperatur verdankt. Man könnte sich natürlich vorstellen, dass das Fehlen bzw. die Seltenheit der nördlichen Arten durch denselben Faktor bedingt wird. So einfach liegen die Dinge jedoch nicht; man muss sich die Sache folgendermassen denken. Das Eindringen der südlichen Arten wird durch die hohe Sommertemperatur ermöglicht; auch die verhältnismässig hohe Wintertemperatur dürfte aber eine notwendige Bedingung für ihr Vorkommen sein (sonst würden sie wohl z. B. im Skagerak leben). Das Fehlen der nördlichen Arten in der südlichen Nordsee beruht nicht allein auf der Sommertemperatur (denn diese ist nicht höher als im Skagerak und Kattegatt), sondern auf einem Zusammenwirken von Sommer- und Wintertemperatur.

Ehe ich die Verbreitung der arktisch-borealen Echinodermen verlasse, muss ich das Verhältnis der beiden von mir nach der Verbreitung im Nordmeer unterschiedenen Abteilungen untereinander berühren. Wenn man zunächst von *Cucumaria frondosa* absieht, unterscheiden sie sich dadurch, dass die Arten der ersten Gruppe in der borealen Region wenigstens in der Regel in tiefem Wasser von wenig wechselnder, mehr oder weniger niedriger Temperatur leben. Die Arten der zweiten Gruppe steigen in seichteres Wasser auf (*Ophiura sarsii* meist nicht so hoch wie die übrigen); sie ertragen ausser einer ziemlich niedrigen, konstanten Temperatur auch eine mehr oder weniger hohe Sommertemperatur. *C. frondosa* dringt ja nun im westlichen Teil des Nordmeeres weiter südwärts als die übrigen Arten der ersten Gruppe. Sie nähert sich daher stark der zweiten Abteilung und dürfte eigentlich sogar enger mit ihr zusammengehören, denn sie lebt ja in seichtem Wasser von hoher Sommertemperatur; die beschränkte Verbreitung an der skandinavischen Küste muss, wie ich im Speziellen Teil (S. 159) bemerkt habe, einen ganz besonderen Grund haben. Unter den Arten der zweiten Gruppe sind es selbstverständlich die zuerst erörterten (*Ophiura robusta—Psolus phantapus*), welche der ersten Abteilung am nächsten stehen.

Anhang zum Vorigen: die Verbreitung der nicht aus dem Eisfjord bekannten arktisch-borealen Echinodermen.

Die nicht im Eisfjord gefundenen Arten habe ich oben nur kurz erwähnt; um wenigstens einen oberflächlichen Vergleich zwischen ihnen und den Eisfjordarten zu ermöglichen, gebe ich unten eine kurze Übersicht ihrer Verbreitung.

Pedicellaster typicus M. Sars (incl. *P. palaeocrystallus* Sladen; inwieweit diese beiden Formen bloss Standortsmodifikationen oder selbständige Arten [wohl eher Unterarten] sind, kann gegenwärtig unmöglich entschieden werden; im letzteren Falle gehören zweifellos mehrere Angaben über *P. typicus* zu *P. palaeocrystallus;* vgl. Mortensen 1910, 1913): Arktische und boreoarktische Region: Westküste der Taimyrhalbinsel bis 90° ö. L., Karisches

Meer, Barentsmeer, Murmanküste, Westfinnmarken, Beeren Eiland, Ost- und Nordspitzbergen, Nordwestspitzbergen, Abhang des Nordmeerbeckens vor Westfinnmarken und den Lofoten, Jan Mayen, Nordostgrönland, Westgrönland, Nordwestgrönland, Ellesmere Land, Ostküste von Nordamerika bis 42° 15′ n. Br. Boreale Region: Westküste von Norwegen bis zum Hardangerfjord (Lofoten, Trondhjemfjord, westländische Fjorde). Bathymetrische Verbreitung in der arktischen Region 10 bis 20—1134 m, in der borealen Region etwa 50—200 oder 350 m. Literatur für die arktische Verbreitung: Duncan & Sladen 1881, Stuxberg 1878, 1882, 1886, Hoffmann 1882, Danielssen & Koren 1884, Jarzynsky 1885, Ruijs 1887, Verrill 1895, Ludwig 1900 a, Michailovskij 1902, Whiteaves 1901, Grieg 1903, 1910, Mortensen 1910, 1913; für die boreale Verbreitung: M. Sars 1861, G. O. Sars 1873, Storm 1879, 1888, Grieg 1896, 1898, 1914.

Pteraster pulvillus M. Sars: Arktische und borcoarktische Region: Westküste der Taimyrhalbinsel (100° 10′ ö. L.), Karisches Meer, Barentsmeer und Franz Josephs Land, Murmanküste, Ostfinnmarken, kalte Fjorde in Westfinnmarken, Ost- und Nordspitzbergen, Nordwestspitzbergen, Nordostgrönland, Westgrönland, Ostküste von Nordamerika bis etwas N. von K. Cod, Beringsmeer (Bering-Insel). Boreale Region: Westküste von Norwegen bis den Hardangerfjord (Lofoten, Trondhjemsfjord, westländische Fjorde), N. der Shetlandinseln. Bathymetrische Verbreitung in der arktischen Region 15 bis 20—etwa 400 m, in der borealen Region 35 bis 70—206 (vielleicht 400) m. Literatur für die arktische Verbreitung Stuxberg 1878, 1886, Hoffmann 1882, Jarzynsky 1885, Aurivillius 1886, Verrill 1885, 1895, Klinckowström 1892, Sluiter 1895, Pfeffer 1894, Bidenkap 1899 a, Ludwig 1900 a, Döderlein 1900, Norman 1903, Michailovskij 1905, H. L. Clark 1905, Kalischewskij 1907, Derjugin 1912, Mortensen 1910, 1913, Fisher 1911; für die boreale Verbreitung M. Sars 1861, Storm 1878, 1879, 1888, Danielssen & Koren 1884, Grieg 1896, 1898, 1903, 1914, Süssbach & Breckner 1911.

Ophiactis abyssicola (M. Sars): Arktische Region: Nordmeertiefe (vor der norwegischen Küste, Färö-Shetland-Kanal, O. von Island), 547—1187 m. Boreale und atlantische Region: Westküste von Norwegen (selten), Shetlandinseln, Atlantischer Ozean (vor dem W. Thomson-Rücken, Südost- und Westgrönland, Azoren), etwa 125, meist mehr als 300—1300 m. Literatur Hoyle 1884, Grieg 1893, 1904, Koehler 1898, Mortensen 1913.

Phyllophorus pellucidus (Flem.), *P. pellucidus* var. *barthi* (Troschel) und *P. drummondii* (Thompson). Östergren (1903) und Mortensen (1910) lassen es unentschieden, ob diese Formen eine oder zwei oder mehrere Arten repräsentieren. Wegen dieser Unsicherheit und weil viele Bestimmungen jedenfalls zweifelhaft sein dürften, verzichte ich auf den Versuch, sie gesondert zu betrachten. Verbreitung (grösstenteils nach Ludwig; Angaben über *P. pellucidus: p.*, über *P. drummondii: d*): Arktische und borcoarktische Region: Siribisches Eismeer östlich bis zu den Neusibirischen Inseln (*p*), Karisches Meer (*p*), Barentsmeer (*p*), Murmanküste (*p*), Weisses Meer (*p*), Ostfinnmarken (*p*), Westfinnmarken, kalter Teil (*p, d*), Ostspitzbergen (*p, d*), Westspitzbergen (*p;* Hornsund), Nordost-, Südost- und Westgrönland (*p*), Ostküste von Nordamerika bis K. Cod (angeblich auch Florida) (*p*). Boreale Region: Ganze skandinavische Westküste (Westfinnmarken bis Öresund) (*p, d*), Shetlandinseln (*p, d*), Ostküste von Schottland (*d*), Westküste von Schottland und Hebriden, Nordostküste von Irland (*p, d*), Westküste von England, Süd- und Westküste von Irland (*d*), SW. von Irland (*p*). Bathymetrische Verbreitung 5—380 m. Literatur s. Ludwig 1900, von späteren Autoren Michailovskij 1902, Nichols 1903, Östergren 1903, H. L. Clark 1905, Kalischewskij 1907, Mortensen 1910, 1913.

Die Rassenfrage.

Sobald ein Tier unter so verschiedenen Bedingungen auftritt, wie es die arktisch-borealen Echinodermen tun, erhebt sich die Frage, ob die Arten einheitlich sind oder in getrennte Formen oder Rassen zerfallen. Obgleich ich an dem mir zugänglichen Material nur wenige und ziemlich nebensächliche Beobachtungen über diese Frage habe machen können, muss ich ihre allgemeine Bedeutung kurz besprechen; für alle Einzelheiten verweise ich auf den Speziellen Teil. Unsere bisherigen Kenntnisse der geographisch-ökologischen Variabilität der arktisch-borealen Echinodermen können folgendermassen zusammengefasst werden.

1. *Solaster papposus* und *Solaster endeca* sind mit je einer arktischen Form aufs engste verwandt, *S. squamatus* und *S. syrtensis;* zu bemerken ist, dass die ersteren Formen nicht südlich, sondern arktisch-boreal sind. Die arktische und die arktisch-boreale Form sind so scharf getrennt, dass sie als verschiedene Arten oder Unterarten betrachtet werden müssen; Beweise, dass sie erblich fixiert sind, fehlen jedoch. In demselben Zusammenhang sind zu erwähnen *Pedicellaster typicus* und *palaeocrystallus* sowie *Asterias mül-*

leri und *groenlandica* (und *hyperborea*); doch sind die Beziehungen zwischen der arktischen und der südlichen oder weitverbreiteten Form noch weniger aufgeklärt.

2. Bei *Pontaster tenuispinus*, *Lophaster furcifer*, *Ophiocten sericeum* und *Ophioscolex glacialis* kann man eine Kaltwasser- und eine Warmwasserform unterscheiden, beide jedoch durch Übergangsformen verbunden. Es ist ganz unsicher, ob die arktische und die boreale Form erblich getrennte Rassen oder bloss Standortsmodifikationen sind; in einigen Fällen kann diese, in andern jene Auffassung etwas mehr Wahrscheinlichkeit für sich haben, solche Mutmassungen haben jedoch kaum einen Wert.

3. *Ctenodisus crispatus*, *Solaster papposus*, *Solaster endeca*, *Henricia sanguinolenta*, *Pteraster militaris*, *Pteraster pulvillus*, *Ophiura sarsii*, *Ophiura robusta*, *Ophiopholis aculeata*, *Ophiacantha bidentata*, *Strongylocentrotus droebachiensis*, *Cucumaria frondosa*, *Psolus phantapus* und *Phyllophorus pellucidus* und *drummondii* sind teils stark, teils nur wenig variabel; in beiden Fällen ist es unmöglich, eine Kaltwasser- und eine Warmwasserform zu unterscheiden. Dies mag bisweilen auf allzu oberflächlicher Untersuchung beruhen, meistenteils scheinen jedoch die borealen Individuen vollständig mit arktischen übereinzustimmen. Von *Ophiura robusta* habe ich selbst Exemplare von Spitzbergen und dem Kattegatt verglichen; die Art variiert ein wenig in beiden Gebieten, die meisten Exemplare sind aber vollständig ähnlich gebaut (s. oben S. 84). Von der ausserordentlich variablen, womöglich aus mehreren Kleinarten bestehenden Art *Henricia sanguinolenta* existiert vielleicht eine selbständige arktische Form; doch ist zu bemerken, dass in denselben Gegenden eine mit der oder den borealen Formen übereinstimmende Form vorhanden ist.

Appellöf findet mit Recht, dass die arktisch-borealen Tiere ein grosses biologisches Interesse darbieten, »as they show to how great an extent the same species is able to adopt itself to different natural conditions» (1905; 1912, p. 530). Über das Rassenproblem spricht er sich folgendermassen aus: »Most likely we are dealing here with physiologically distinct species, even though the differences do not appear in corresponding morphological alterations in bodily structure» (l. c. p. 555). Natürlich muss man der Möglichkeit Rechnung tragen, dass nur physiologisch unterschiedene Arten weniger selten als nach den bisherigen Beobachtungen sind; in diesem Falle scheint mir jedoch eine solche Annahme etwas willkürlich zu sein, wenn man nämlich unter physiologisch getrennten Arten wirkliche Arten (oder Unterarten) versteht und nicht etwa nur die Möglichkeit ins Auge fasst, dass eine Art die Fähigkeit besitzt, ihre physiologischen Prozesse an ursprünglich fremde Bedingungen anzupassen. Wenn eine Art ohne morphologische Veränderungen kontinuierlich von arktischen Gegenden bis in die boreale Region verbreitet ist, hat man wohl das Recht, anzunehmen, dass es sich um eine einzige eurytherme Art handelt, welche die Temperaturunterschiede verschiedener Gegenden ertragen kann, in derselben Weise wie sie z. B. den jahreszeitlichen Temperaturwechsel in der borealen Region erträgt; sie ist demnach ebenso einheitlich, nicht mehr und nicht weniger, wie die meisten »gewöhnlichen» Species.

In bezug auf die Arten der zweiten (teilweise auch ersten) oben unterschiedenen Gruppe — sowie in bezug auf solche Arten der dritten Gruppe, wo vielleicht unbekannte Unterschiede existieren — müssen wir einfach unsere Unwissenheit eingestehen. Die

Entscheidung der Rassenfrage hat natürlich die allergrösste tiergeographische Bedeutung; diejenigen Fragen, deren Beantwortung überhaupt jetzt in Angriff genommen werden kann, können jedoch trotz der vorhandenen Unsicherheit gut behandelt werden; man muss nur die Möglichkeit offen lassen, dass in einigen Fällen statt »eurythermer Art» »eurythermer Formenkomplex» zu setzen ist, aus einer ursprünglich einheitlichen, in eine Kaltwasser- und eine Warmwasserform zerfallenen Art bestehend.

Die bisherigen lückenhaften und lediglich morphologischen Erfahrungen geben den Eindruck, dass man unter den arktisch-borealen Arten und Artenkomplexen eine ganze Serie unterscheiden kann: einheitliche, wenig variable Arten; durch äussere Bedingungen, u. a. die Temperatur, modifizierbare, aber keine erblichen Unterschiede aufweisende Arten; ursprünglich variable aber einheitliche, später — zweifellos unter Einfluss der Klimaveränderungen während oder unmittelbar nach der Eiszeit — in zwei erblich fixierte Formen zerfallene Arten. Ich bemerke dies hauptsächlich, um zu betonen, dass dieser rein oberflächliche Eindruck natürlich vom exakten Erblichkeitsstandpunkt aus gar keine Beweiskraft hat. Eine Entscheidung dieser wichtigen Fragen wird wohl auch durch die eingehendsten morphologischen Beobachtungen kaum zu gewinnen sein, sondern erfordert experimentelle Untersuchungen.

Die Herkunft der arktisch-borealen Arten.

Wenn eine marine Art sowohl in der arktischen wie in der borealen Region verbreitet ist, wird oft stillschweigend vorausgesetzt, dass sie ursprünglich arktisch gewesen sei und sich sekundär den borealen Bedingungen angepasst habe.

Besonders klar wird diese Auffassung von Appellöf (1905; 1906, S. 175; 1912, S. 532, Fussnote und S. 535, Fussnote, S. 549) dargelegt: während der Eiszeit war die gesamte Fauna der borealen Gegenden rein arktisch; mit dem Eintreten eines milderen Klimas verschwand der grösste Teil dieser Fauna durch Aussterben oder Zurückweichen in die arktischen Gegenden, einige Arten aber, die heutigen arktisch-borealen Formen, »konnten sich dem borealen Klima anpassen, und so in dem borealen Gebiete fortleben, während sie gleichzeitig ihre ursprüngliche Heimat in den arktischen Gewässern nicht aufgaben». Der vom genannten und andern Forschern in diesem Zusammenhang gebrauchte Ausdruck »arktische Herkunft» bezieht sich also nicht bloss auf die sehr wahrscheinlich richtige Annahme, dass diese Tiere im borealen Teil ihres Verbreitungsgebietes seit der Zeit fortgelebt haben, als dort arktische Bedingungen herrschten, sondern bedeutet auch, dass sie ursprünglich stenotherme Kältetiere waren und ihre jetzige Eurythermie sekundär erworben haben.

Appellöf betrachtet schon die heutige Verbreitung als einen allgemeinen Grund für diese Annahme; »when a species occurs normally in both arctic and boreal areas, it is as a rule arctic in its origin». Besonderes Gewicht wird hier darauf gelegt, dass die arktisch-borealen Arten nicht so weit südwärts wie die rein südlichen Tiere der borealen Region verbreitet sind; die weitaus meisten gehen ostatlantisch nicht über das Nordmeer hinaus oder dringen höchstens bis in das Grenzgebiet an den westlichen Küsten der britischen Inseln vor. Diese Betrachtungsweise geht von der Tatsache aus, dass die Mehrzahl der jetzt in borealen Gegenden lebenden Arten ausserhalb derselben weit verbreitet

sind, entweder in der arktischen Region (die arktisch-borealen Arten) oder in südlichen Gebieten (die mediterran-borealen Arten); die auf den borealen Teil des Nordmeeres (und die Mischungsgebiete) beschränkten Tiere sind verhältnismässig spärlich, und mehrere von ihnen sind nahe mit arktischen oder südlichen Arten verwandt; es gibt in der borealen Fauna des Nordmeeres »zwei Hauptelemente von verschiedenem Ursprunge, ein nördlich-arktisches und ein südlich-boreales (lusitanisches und mittelmeerisches)» (Appellöf 1906, S. 164, s. auch 1912, S. 549).

Diese Überlegungen sind vor allem wichtig durch den Hinweis, dass man für die arktisch-borealen Arten die Möglichkeit eines arktischen Ursprungs stets vor Augen haben muss; Beweiskraft besitzen sie aber meiner Ansicht nach nicht. Das Fehlen der arktisch-borealen Arten in den Meeren südlich der borealen Region — das Vorkommen einzelner Formen in der atlantischen Tiefsee hat in diesem Zusammenhang keine Bedeutung — beweist natürlich, dass sie die dort herrschenden Bedingungen nicht ertragen und also nicht denselben Ursprung wie das südliche Element der Fauna haben, aber, so viel ich finden kann, weiter nichts. Warum müsste der Ursprung notwendigerweise arktisch sein? Wenn sich das heutige Vorkommen sowohl unter arktischen wie borealen Bedingungen überhaupt nur durch die Annahme sekundärer Anpassungserscheinungen erklären liesse, warum könnte die Herkunft dann nicht ebensogut boreal sein? Es gibt doch im Nordmeer ein nicht zu unterschätzendes rein boreales Element, und die meisten dieser Arten haben keine nahen Verwandten weder im arktischen noch im mittelmeer-atlantischen Gebiet. Appellöf bemerkt, dass die beschränkte Verbreitung solcher Tiere nicht leicht zu erklären ist. Die von ihm angedeutete Möglichkeit, dass einige früher eine weitere Verbreitung gehabt haben können, dürfte zweifellos nur in gewissen Fällen zutreffen. Es handelt sich jedenfalls um Arten, welche ganz speziellen äusseren Bedingungen angepasst sind; man kann, wo sie nun auch entstanden sein mögen, annehmen, dass sie stets unter solchen Bedingungen gelebt haben. Es ist theoretisch nicht undenkbar, dass eine solche Art sich sekundär dem Leben unter arktischen Bedingungen angepasst haben könnte. Ich will keineswegs behaupten, dass diese Möglichkeit besonders wahrscheinlich, ganz besonders nicht, dass sie wahrscheinlicher als die Annahme einer arktischen Herkunft wäre. Worauf ich hinaus wollte, war zu zeigen, dass diese allgemeinen Überlegungen nicht das Recht geben, weder das eine, noch das andere vorauszusetzen.

Die gesamte arktische und boreale Fauna muss aus Arten entstanden sein, welche in mehr oder weniger warmem Wasser lebten. Ebensogut wie einige rein arktisch, andere rein boreal wurden, könnten einige sich dem Leben unter sowohl arktischen wie borealen Bedingungen angepasst haben. Mit andern Worten: die Verbreitung aller dieser Tiere wird ja in den grossen Zügen durch die Wassertemperatur geregelt; warum könnte nicht eine Temperaturamplitude von z. B. — 2°— + 7° ebensogut ursprünglich sein wie eine solche von — 2°— + 3° oder + 3°— + 7°?

Wie diese Überlegungen zeigen, muss man bei jeder Diskussion der Herkunft der Tiere von einem prinzipiellen Grundsatze ausgehen, ohne welchen, wie mir scheint, jede derartige Erörterung in der Luft schwebt: Wenn eine Art über zwei Gegenden mit verschiedenen Bedingungen verbreitet ist, in beiden gleich gut gedeiht, wenn auch keine be-

sonderen ökologischen Verhältnisse oder andere Tatsachen vorliegen, die für eine gewisse Herkunft sprechen, so muss man doch denken, dass sie von Anfang an den jetzigen Bedingungen angepasst gewesen ist. Es ist natürlich möglich, dass ein solches Tier ursprünglich weniger unempfindlich gegen Veränderungen in den äusseren Bedingungen gewesen ist als jetzt, auch wenn keine Spuren davon geblieben sind; darüber kann man aber nicht das geringste wissen.

Auch Forscher, welche von der oben besprochenen, von mir nicht anerkannten allgemeinen Annahme ausgehen, führen wenn möglich spezielle Gründe für die Annahme einer arktischen Herkunft an. Diese Gründe sind: spärliches Vorkommen in der borealen Region, Auftreten nur in grösserer Tiefe, geringere Körpergrösse, Winterfortpflanzung. Es ist intressant zu konstatieren, dass diese Gründe etwa dieselben sind, welche in der Süsswasserbiologie von Zschokke und späteren Autoren als Kriterien der Überreste der glazialen Kaltwasserfauna in Mitteleuropa angeführt werden. Ich werde nun diese und andere Gründe, welche als Anzeichen einer arktischen Herkunft gedeutet worden sind oder werden können, einer näheren Prüfung unterziehen; auf einige Tatsachen, welche zwar für die Süsswasserfauna, nicht aber für die marine Tierwelt von Bedeutung sind, gehe ich nicht ein.

Zeichen eines arktischen Ursprungs.

1. Als ein sicherer, wohl der einzige ganz unzweifelhafte Beweis für eine arktische Herkunft wäre der Nachweis zu betrachten, dass eine arktisch-boreale Art während der Eiszeit ausschliesslich unter arktischen Bedingungen lebte. Über die Vorgeschichte der Arten wissen wir jedoch nichts, weder wo oder wann sie entstanden sind, noch wo sie während der Eiszeit lebten. Einzelne arktisch-boreale Echinodermen (*Ctenodiscus crispatus*, *Ophiura sarsii*, *Strongylocentrotus droebachiensis*) sind von spätglazialen (obgleich nicht den ältesten) Ablagerungen in Südskandinavien bekannt, wie schon M. Sars zeigte, und man kann wohl aus Analogie mit den Mollusken annehmen, dass die arktisch-borealen Echinodermen, vielleicht mit Ausnahme der hauptsächlich niederarktisch-borealen Arten, während der Eiszeit am Rande des Eises lebten; die übrige glaziale Verbreitung ist jedoch vollständig unbekannt. In der eiszeitlichen Verbreitung der Mollusken findet man eine direkte Widerlegung der Hypothese, dass alle arktisch-borealen Tiere während der Eiszeit arktisch gewesen seien; jene bekannten Funde von borealen und arktisch-borealen Mollusken in quartären Ablagerungen an den Ufern des Mittelmeers zeigen, dass diese Tiere auch damals unter ziemlich borealen Bedingungen lebten (*Tellina calcarea*, *Trichotropis borealis* und die hauptsächlich arktisch-boreale *Mya truncata* in Ablagerungen der zweiten Eiszeit [»sicilien»]; s. z. B. Haug, Traité de Géologie 1908—11 und die dort zitierte Literatur).

2. Grosse Ausdehnung des arktischen, geringe Ausdehnung des borealen Verbreitungsgebietes. Hierin kann man besonders dann ein Zeichen arktischen Ursprungs erblicken, wenn

3. die Art im borealen Teil des Verbreitungsgebietes sehr selten ist und wenn

4. sie dort nur stellenweise vorkommt, in andern Gegenden fehlt, trotz ähnlichen Temperaturverhältnissen; es liegt dann nahe zu vermuten, dass sie sich diesen Verhält-

nissen sekundär angepasst hat, dass aber diese Anpassung nur unter gewissen günstigen Bedingungen möglich war.

5. Veränderte Vertikalverbreitung in der borealen Region. Meist besteht der Unterschied in der Lebensweise in der arktischen und der borealen Region darin, dass die Art in der ersteren mehr oder weniger eurybath, in der letzteren auf grössere Tiefen beschränkt ist, wo die Wassertemperatur niedriger ist als in den oberen Schichten, obgleich immer noch höher als in der arktischen Region. Eine solche Einschränkung der Vertikalverbreitung beweist mit Sicherheit nur, dass die Verhältnisse über der nach abwärts verschobenen oberen Verbreitungsgrenze ungünstig sind, nicht aber, dass das Vorkommen unterhalb dieser Grenze auf einer sekundären Anpassung an die dort herrschenden Verhältnisse beruht. Doch hat man bei einer solchen bathymetrischen Verbreitung immer einigen Grund zu argwöhnen, dass die Art ursprünglich mehr rein arktisch gewesen ist, ganz besonders wenn sie in der borealen Region selten ist (vgl. oben unter 3) oder nur in gewissen Gegenden boreale Temperaturverhältnisse erträgt (vgl. unter 4). — Das Gegenteil, die Beschränkung auf geringe Tiefe in der borealen Region (unter den Echinodermen nur in einem Falle nachgewiesen), dürfte mit den unten besprochenen Fortpflanzungsverhältnissen zusammenhängen.

6. Geringere Körpergrösse in der borealen Region als unter arktischen Bedingungen. Die Verschiedenheit der Körpergrösse in zwei Gegenden hat man früher als einen entscheidenden Beweis dafür ausgelegt, dass die Art in der Gegend, wo sie kleiner bleibt, unter ungünstigen und sekundären Bedingungen lebe. Die Körpergrösse ist jedoch das Resultat eines so verwickelten Zusammenwirkens der äusseren und inneren Bedingungen, dass eine solche Verallgemeinerung nicht berechtigt ist. Es würde nicht schwierig sein, die Richtigkeit dieser Behauptung durch zahlreiche Belege zu stützen; ich will nur einige Beispiele herausgreifen. Der Hummer, eine ausgesprochen boreale Art, deren Wachstum hauptsächlich in der warmen Jahreszeit geschieht, wird durchschnittlich in nördlichen Gegenden grösser als in südlichen; das hängt damit zusammen, dass in den letzteren die Geschlechtsreife bei geringerer Grösse eintritt (Appellöf, Untersuchungen über den Hummer, Bergens Museums Skrifter, N. R., Bd 1, 1909). Die gewöhnliche Erscheinung, dass Süsswasserplanktontiere von Norden nach Süden an Grösse abnehmen, wird von Wesenberg-Lund (Plankton Investigations of the Danish Lakes, General Part, 1908), als eine Anpassung an die Schwankungen in der Tragkraft des Wassers gedeutet und ist jedenfalls kein Zeichen arktischen Ursprungs, wie viele Forscher angenommen haben. Meist dürfte eine stark entwickelte Körpergrösse zweifellos durch besonders günstige Bedingungen hervorgerufen werden, doch ist es ein schwerer Irrtum, daraus zu folgern, dass die Art ursprünglich nur unter diesen Bedingungen gelebt habe; die weniger günstigen Bedingungen können nicht nur ebenso ursprünglich, sondern sogar ursprünglicher sein. Sehr oft sind die Nahrungsverhältnisse ausschlaggebend. So beruht, um ein Beispiel aus den Echinodermen anzuführen, die gewaltige Grösse von *Heliometra eschrichtii* im Japanischen Meer und den benachbarten Teilen des pazifischen Gebiets (var. *maxima*) auf der ungewöhnlich reichen Zufuhr an Planktonnahrung (s. A. H. Clark 1908 a). Eine interessante Beleuchtung dieser Tatsachen bieten die Grössenunterschiede der Muschel *Tellina baltica*. Die Grösse der marinen Mollusken

ist bekanntlich in der Regel dem Salzgehalt des Wassers direkt proportional; bei der erwähnten Art ist dieses Verhältnis nur schwach ausgeprägt, doch scheint sie an den offenen Küsten der Ostsee durchschnittlich etwas kleiner als an der skandinavischen Westküste zu sein. Levander (Materialien zur Kenntnis der Wasserfauna etc., Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica, Bd. 17, 1899), Luther (Über eine Littorina-Ablagerung bei Tvärminne, Ibid. Bd. 32, 1909) und Munthe (Studier öfver Gottlands senkvartära historia, Sveriges Geol. Unders., Ser. C a, N:o 4, 1910) haben nun gezeigt, dass diese Art in inneren Buchten der Ostsee mit sehr niedrigem Salzgehalt viel grösser als bei den offenen Skären ist. Die Grössenzunahme unter diesen gewiss sekundären Bedingungen beruht zweifellos, wie die erwähnten Autoren übereinstimmend annehmen, auf besonders günstigen Nahrungsverhältnissen.

Bei den Echinodermen findet man übrigens einen direkten Beweis dafür, dass eine Grössenzunahme gegen Norden nicht arktischen Ursprung zu bedeuten braucht. *Schizaster fragilis* (Düb. & Kor.) wird nach M. Sars und Grieg (1903) grösser und häufiger am nördlichen, boreoarktischen Teil der norwegischen Küste als weiter südlich und wird daher von ihnen als arktisch bezeichnet; diese Art ist jedoch, wie Mortensen (1907) bemerkt und wie Grieg (1914) nunmehr selbst zugibt, eine typisch boreale Form.

Doch bleibt die Körpergrösse immer noch ein wichtiger Indikator des Ursprungs; man kann, wie ich oben bemerkt habe, nicht daran zweifeln, dass eine starke Herabsetzung der Grösse in den meisten Fällen die Folge von ungünstigen Lebensbedingungen ist und dass das Leben unter diesen Bedingungen dann bisweilen auch auf sekundärer Anpassung beruht.

7. Wie ich oben im Kapitel »die Rassenfrage» hervorgehoben habe, zeigen einige arktisch-boreale Echinodermen einen etwas verschiedenen Bau in arktischen und in borealen Gegenden. Die Beweiskraft solcher Unterschiede in dieser Frage wird bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse sehr wesentlich durch zwei Umstände beeinträchtigt. Erstens ist ihre wahre Bedeutung in keinem Falle sicher, meist gar nicht bekannt; wir wissen nicht, ob es sich um blosse Standortsmodifikationen oder um teilweise konstante Unterschiede handelt; zweitens ist es ausserordentlich schwierig oder geradezu unmöglich zu entscheiden, welche Eigenschaft ursprünglicher ist. Wenn die Unterschiede so tiefgreifend und anscheinend konstant sind, dass man zwei Arten oder wenigstens Unterarten unterscheiden muss, wird die Fragestellung natürlich etwas geändert; solche Fälle werde ich erst weiter unten besprechen.

8. Die Fortpflanzungszeit fällt in der borealen Region in den Winter oder Frühling. Mit der Erörterung dieser Erscheinung streife ich eines der interessantesten, aber auch verwickeltsten Kapitel in der Biologie der nordischen Meeresfauna. Wenn eine Art in borealen Gegenden ausschliesslich in der kältesten Jahreszeit laicht, so geschieht ja die Fortpflanzung und Entwicklung unter Bedingungen, die von denjenigen der arktischen Gebiete verhältnismässig wenig oder bisweilen gar nicht abweichen. Nach einem vielfach als richtig erwiesenen Gesetz sind nun Fortpflanzung und Entwicklung oft in viel höherem Grade als die Lebensfunktionen der erwachsenen Tiere von den äusseren Bedingungen abhängig; es liegt daher nahe anzunehmen, dass ein Tier, das sich in der borealen Region im Winter oder Frühling fortpflanzt, ursprünglich arktisch ge-

wesen ist, sich aber dem Leben in borealen Gegenden anzupassen vermochte, weil die Fortpflanzung und Entwicklung auch dort in kaltem Wasser vorsichgehen konnte. Dieser Gedankengang ist auch mehrfach entwickelt worden. Zuerst geschah dies in der Süsswasserbiologie. VEJDOVSKÝ bemerkte schon 1888 (Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen), dass die Oligochäte *Rhynchelmis limosella* sich in der kalten Jahreszeit fortpflanzt und daher vielleicht ein Überbleibsel der Glazialfauna sei (allerdings ohne den Nachweis liefern zu können, dass die Art überhaupt unter arktischen oder glazialen Bedingungen lebt). Auf sichererem Boden befand sich VOIGT (Über Thiere, die sich vermutlich aus der Eiszeit in unseren Bächen erhalten haben, Verh. naturh. Ver. d. preuss. Rheinl. etc., 52. Jg., 1895), wenn er bei *Planaria alpina* neben der Verbreitung auch die Winterfortpflanzung als ein Zeichen ihrer glazialen Reliktennatur hervorhob. An diese Schlussfolgerung werden interessante Bemerkungen über andere Tiere und teilweise eigenartige allgemeine Erwägerungen geknüpft — die Einwirkung der Temperatur auf die Embryonalentwicklung der Tiere wird als ein Ausschlag des biogenetischen Grundgesetzes aufgefasst —; VOIGT bemerkt jedoch, dass jeder Fall einzeln zu prüfen ist. Von diesen und mehreren eigenen Beobachtungen ausgehend, nimmt ZSCHOKKE in seinem berühmten Werke über die Fauna der Hochgebirgsseen (Neue Denkschr. d. allg. schweiz. Ges. d. ges. Naturw., Bd 37, 1900) die Winterfortpflanzung als ein »mit Vorsicht» anzuwendendes Kriterium seiner Glazialrelikte auf; mehrere neuere Autoren haben sich dieser Auffassung angeschlossen. In der Meeresbiologie hat, soweit ich sehe, erst APPELLÖF (1905, 1906) ähnliche Gesichtspunkte entwickelt.

In neuester Zeit hat der letztgenannte Forscher (1912 a, 1912) in Anschluss an von ihm veranlasste Untersuchungen (DES ARTS 1911) über die Fortpflanzungsverhältnisse von *Cucumaria frondosa* dieser Hypothese eine exaktere Grundlage zu geben versucht. Diese Holothurie laicht an der norwegischen Küste im Februar und März, wenn das Oberflächenwasser bis zu + 3 bis + 4° abgekühlt ist, und es lässt sich experimentell feststellen, dass die Entwicklung von dieser niedrigen Temperatur abhängig ist; beträchtlich wärmeres Wasser wirkt direkt zerstörend auf die frühen Entwicklungsstadien. Hierin erblickt APPELLÖF den Beweis dafür, »dass diese arktische Form sich für das Leben und den Fortbestand in dem borealen Gebiete nur dadurch anpassen konnte, dass die Laichzeit in die kälteste Jahreszeit verlegt ist». Wahrscheinlich verhalten sich andere Winterlaicher, wie *Henricia sanguinolenta*, ebenso.

Diese Untersuchungen sind ausserordentlich bedeutungsvoll und in tiergeographischer Hinsicht vom grössten Interesse. Sie zeigen zuerst unwiderleglich, dass die frühe Fortpflanzungszeit eine notwendige Bedingung für das Fortbestehen der Art ist, und dass der nicht zu entbehrende Faktor in der niedrigen Temperatur liegt; beides konnte man früher mit Wahrscheinlichkeit annehmen, nicht aber mit Sicherheit behaupten. Ferner zeigen sie, in welcher Weise die Temperaturverhältnisse in den Entwicklungsprozess eingreifen, warum eine höhere Temperatur das Fortleben der Art unmöglich macht.

Soweit sind die Schlussfolgerungen logisch unanfechtbar, soweit — aber auch nicht weiter. Wenn eine Art in der borealen Region sich in der kalten Jahreszeit fortpflanzt, so folgt daraus, dass sie für ihre Fortpflanzung von kaltem Wasser abhängig ist, meiner

Ansicht nach aber nicht, dass sie ursprünglich eine reine Kälteart, für ihre gesamten Lebenserscheinungen an kaltes Wasser gebunden, gewesen ist. Dieser letztere Schluss ist nicht, wie die früheren, logisch zwingend, sondern eine Hypothese, die richtig sein kann, aber nicht richtig zu sein braucht.

Diese meine Auffassung ist nicht rein theoretischer Natur, sondern gründet sich auch auf die Tatsache, dass nicht nur arktisch-boreale, sondern auch mehrere boreale oder sogar boreal-südliche, in arktischen Gegenden fehlende Arten eine solche Fortpflanzungszeit aufweisen. Unter den Echinodermen ist wenig hierüber bekannt, doch kann *Porania pulvillus* genannt werden; an der Südküste von England laicht diese Art nach den von der Marine Biolog. Assoc. (1906) veröffentlichten Beobachtungen in der Zeit von Februar bis April. *Echinus esculentus* ist an der schwedischen Küste erst spät im Herbst geschlechtsreif (November), und die Larvenentwicklung geschieht im Winter (Aurivillius 1898). Auch in anderen Tiergruppen findet man boreale (und mehr südliche) Winterlaicher, z. B. unter den decapoden Crustaceen (*Pandalus montagui*, *Pontophilus spinosus;* s. Aurivillius, l. c., Marine Biolog. Assoc., l. c.; Björck, Decapoden aus dem Kattegatt und dem Skagerak, Ark. f. Zoologi, Bd. 8, 1913) und Mollusken (z. B. *Lamellaria perspicua;* s. Simroth in »Bronn», Marine Biol. Assoc., l. c.); unter den Mollusken ist besonders *Buccinum undatum* zu bemerken, welche Art überall im Winter zu laichen scheint; nach Aurivillius (l. c.) nähert sie sich dabei dem Ufer und legt die Eier im kalten Oberflächenwasser ab. Die besten Beispiele von borealen Winter- und Frühlingslaichern findet man vielleicht unter den Fischen; solche sind teils *Gadus callarias*, *Pleuronectes platessa* und andere Arten mit pelagischen Eiern (s. meine später in dieser Serie zu veröffentlichende Arbeit über die Fische des Eisfjords), teils z. B. *Pholis gunellus* (Eiablage nach Ehrenbaum u. a. in den letzten Monaten des Jahres, Entwicklung also im Winter) und *Cyclopterus lumpus* (s. meine soeben zitierte Arbeit). — Was die Süsswasserfauna betrifft, bemerkt Wesenberg-Lund (Plankton Investigations), dass mehrere Arten, welche unmöglich als ursprünglich arktisch betrachtet werden können, sich in kaltem Wasser fortpflanzen.

Diese Angaben über Winterfortpflanzung von borealen und mehr oder weniger südlichen Tieren müssen natürlich in hohem Grade durch nähere biologische Untersuchungen über die Fortpflanzung und Entwicklung vervollständigt werden; er scheint mir unnötig noch besonders zu betonen, was für Vorbehalte man gegenwärtig in bezug auf die Deutung der oben erwähnten und anderer Beobachtungen machen muss. Doch kann man wohl kaum daran zweifeln, dass es besonders unter den rein borealen Tieren mehrere gibt, welche für ihre Fortpflanzung und Entwicklung von mehr oder weniger kaltem Wasser abhängig sind. Hierbei kann die Winterfortpflanzung unmöglich ein Residuum von einem Leben unter arktischen Bedingungen sein, da diese Arten nicht einmal nähere Verwandte in der arktischen Region haben. Ich meine nun, dass es sich bei arktisch-borealen Arten ähnlich verhalten kann. Die oberen Wasserschichten der borealen Region sind durch einen mehr oder weniger starken jahreszeitlichen Temperaturwechsel ausgezeichnet. In der Fauna gibt es eine Gruppe von Arten, die für ihre Fortpflanzung von den höheren, und eine andere, kleinere Gruppe, die dafür von den niedrigeren Temperaturen abhängig ist; die letztere Kategorie umfasst teils boreale, teils arktisch-boreale

Arten. Inwieweit diese oder einige von ihnen ursprünglich noch ausgeprägtere Kältetiere gewesen sind, ist eine andere Frage.

Diese Überlegungen gelten zunächst für den Fall, dass die Fortpflanzungsverhältnisse unter arktischen Bedingungen nicht näher bekannt sind, daher für alle Echinodermen. Wenn ein Tier sich in der arktischen Region das ganze oder fast das ganze Jahr hindurch fortpflanzt, in borealen Gegenden aber eine kurze, mit der Zeit des kältesten Wassers zusammenfallende Laichperiode hat, so würde wohl eine arktische Herkunft sehr wahrscheinlich sein; ein solcher Fall ist jedoch unter den Meerestieren nicht bekannt, denn ihre Lebensweise während des langen arktischen Winters ist vollständig unbekannt. Dagegen kennt man einige wenige arktisch-boreale Tiere, die überall eine bestimmte Fortpflanzungsperiode haben, die in der borealen Region auf den Winter, in der arktischen aber auf den Sommer fällt. So verhält sich der Fisch *Hippoglossoides platessoides*. Die Bedeutung dieser Erscheinung habe ich in meiner Arbeit über die Fische des Eisfjords erörtert. Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass einige Echinodermen sich ähnlich verhalten, und ich will daher hier in Kürze hervorheben, dass auch ein solcher Unterschied in der Fortpflanzungszeit kein Zeichen arktischen Ursprungs ist, sondern einfach dadurch entstehen kann, dass die Fortpflanzung von speziellen Bedingungen abhängig ist, die in arktischen Gegenden im Sommer, in borealen im Winter eintreten.

8. Einen ziemlich sicheren Beweis dafür, dass das Vorkommen in der borealen Region nicht ursprünglich ist, erhält man durch den Nachweis, dass eine Art in arktischen Gebieten die höchsten Temperaturen meidet und also nur dann boreale Bedingungen erträgt, wenn arktische nicht zu Gebote stehen. Solche Arten sind ursprünglich ebenso rein arktisch wie die gegenwärtig auf arktische und boreoarktische Gebiete beschränkten Tiere; wenn sie aber die Wahl hatten, in einem Gebiet auszusterben oder sich dem Leben in wärmerem Wasser anzupassen, konnten sie den letzteren Weg einschlagen. Unter den Echinodermen gibt es, wie ich oben (S. 112—113, 116) nachzuweisen versucht habe, wenigstens eine solche Art, *Ophiacantha bidentata*. Überhaupt sind unter allen Tiergruppen bisher nur äusserst wenig (vielleicht gar keine vollständig sicheren) solche Tiere bekannt (einzelne decapode Crustaceen, s. meine Arbeit über die Decapoden des Eisfjords). Hoffentlich werden Untersuchungen in den boreoarktischen Gegenden, wo die Fauna bisher allzu wenig bearbeitet worden ist, obgleich gerade dort eine Fülle von Problemen ihrer Lösung harren, neue und sichere Beispiele liefern.

*

Die obigen Ausführungen gipfeln darin, dass von allen diesen als Zeichen arktischen Ursprungs gedeuteten Erscheinungen keine einzige, mit Ausnahme der letzteren, einige Beweiskraft besitzt. Jede solche Tatsache kann jedoch ein Kriterium arktischen Ursprungs sein; wenn mehrere Anzeichen zugleich vorhanden sind, wächst in hohem Grade die Wahrscheinlichkeit, dass sie diese Bedeutung haben. Man muss meiner Ansicht nach jeden einzelnen Fall gesondert betrachten, alle etwa für oder gegen einen arktischen Ursprung sprechenden Tatsachen in Rechnung bringen und überhaupt die vorhandenen Möglichkeiten gegen einander abwägen. Natürlich ist auch ein Vergleich zwischen den verschiedenen Arten unerlässlich, doch muss man sich vor dem Glauben hü-

ten, dass Arten mit ähnlicher Verbreitung dieselben Herkunft haben müssen; ich bin der Überzeugung, dass sowohl in diesem wie in anderen Fällen zwei Arten mit ziemlich zusammenfallenden Verbreitungsgebieten einen ganz verschiedenen Ursprung haben können. Diesen Weg der mühsamen und unvermeidlich auch für den Leser ermüdenden Einzeluntersuchungen habe ich versucht zu begehen; ich will nun die Ergebnisse kurz zusammenstellen. Es ist klar, dass bei diesem Mangel an sicheren Anhaltspunkten und für jeden Fall gültigen Regeln dem persönlichen Ermessen ein grosser Spielraum gelassen ist. Da zudem die tatsächliche Grundlage der Schlussfolgerungen oft gar schwankend ist, mache ich mir keine Illusionen über den bleibenden Wert meiner Ausführungen; ich wäre zufrieden, wenn sie Widersprüche und damit ein allgemeineres Interesse für diese Probleme hervorrufen würden. Zunächst sind noch einige theoretische Erörterungen vonnöten.

*

Das Problem der Herkunft der arktisch-borealen Arten hängt aufs engste mit einer heiss umstrittenen Frage zusammen, der Frage nach der Konstanz der biologischen Charaktere. Können die Organismen ihre biologischen Gewohnheiten verändern und sich ursprünglich fremden Bedingungen anpassen, ohne dass sich die morphologischen Eigenschaften gleichzeitig abändern, oder müssen wir mit Warming und andern Pflanzen- und Tiergeographen annehmen, dass jede biologische Veränderung morphologisch zum Ausdruck kommt? Unter den arktisch-borealen Echinodermen gibt es ja mehrere, welche keine körperlichen Unterschiede in kalten und wärmeren Gegenden aufweisen, wenigstens so weit unsere heutigen Beobachtungen und Untersuchungsmethoden reichen; die Hypothese von dem arktischen Ursprung der arktisch-borealen Arten setzt daher stillschweigend voraus, dass lediglich biologische Veränderungen sogar sehr häufig vorkommen.

Auf eine allgemeine Diskussion dieser Frage will ich nicht eingehen; ich kann es um so eher unterlassen, als nunmehr wohl kaum jemand die Lehre von der biologischen Konstanz in ihrer ursprünglichsten, strengen und allgemein gültigen Fassung verteidigen will. Wenn ich mich nun auch keineswegs der Hypothese von der arktischen Herkunft aller arktisch-borealen Arten anschliessen kann, so gibt es doch mehrere in borealen und arktischen Gegenden gleich gebaute Arten, von welchen man auch meiner Ansicht nach annehmen muss, dass sie sich borealen Lebensbedingungen sekundär angepasst haben. Solche Echinodermen werden unten besprochen; aus anderen Tiergruppen würde man wohl noch unzweideutigere Beispiele anführen können (vor allem die morphologisch nicht abgeänderten Relikte, z. B. einige der marin-glazialen Relikte in der Ostsee und in Binnengewässern). Eine biologische Anpassung kann also ohne eine unserer Beobachtung zugängliche morphologische Abänderung stattfinden.

Nun sagt man aber vielfach: wenn die Organismen in dieser Weise ihre Gewohnheiten abändern können, so kann man aus der früheren Verbreitung der heutigen Arten keine Schlüsse auf das ehemalige Klima ziehen; alle unsere Ansichten von quartären Klimaveränderungen entbehren einer sicheren Begründung. Dieser Gedankengang ist unrichtig; die oben hervorgehobenen Tatsachen haben diesen Sinn nicht. Es handelt sich

um einen Übergang von Stenothermie zu Eurythermie, also um eine Erweiterung der Gewohnheitssphäre. Unsere Ansichten über Klimaveränderungen in postglazialer — und früherer — Zeit gründen sich dagegen auf Funde von gegenwärtig stenothermen Arten, und Beispiele von früher eurythermen, jetzt stenothermen Arten sind nicht bekannt, jedenfalls nicht mit Sicherheit. Schon eine einfache theoretische Überlegung führt übrigens zum Resultat, dass eine Gewöhnung an neue Bedingungen durch Erweiterung des Gewöhnungsvermögens beinahe vorkommen muss; eine Einschränkung desselben ohne morphologische Abänderungen oder Zerfall in zwei getrennte Formen erscheint natürlich nicht ausgeschlossen, muss aber ausserordentlich selten sein.

*

Im Grunde ist mein Skeptizismus gegen die Anpassungstheorie — oder richtiger gegen diese Theorie, wie sie wohl oft verstanden wird — noch tiefer als aus den vorstehenden Einwänden gegen ihre Allgemeingültigkeit hervorgeht. Ich komme selbst zu dem Ergebnis, dass einige in borealen Gegenden lebende Tiere eigentlich arktisch sind und sich den borealen Bedingungen sekundär angepasst haben. Damit ist jedoch nicht gesagt, dass sie bei dem Gewöhnen an das Leben in wärmerem Wasser eine wirklich neue Eigenschaft erworben haben. Sobald es sich um eine einheitliche Art handelt — diese Überlegungen haben, wie man leicht einsieht, Berührungspunkte mit der Rassenfrage und mit dem Problem der biologischen Konstanz —, glaube ich vielmehr, dass eine solche Anpassung kaum vorkommt. Wenn bei einer Veränderung in den äusseren Bedungen, z. B. einer Klimaveränderung, einige Arten der ursprünglichen Fauna sich an die neuen Verhältnisse gewöhnen, so sind es wohl nur eben solche, die schon das Vermögen hatten, sie zu ertragen.

Ist es dann überhaupt unrichtig, von einer Anpassung an veränderte Bedingungen zu reden; gibt es keinen Unterschied zwischen den ursprünglich arktisch-borealen Tieren und denjenigen, welche nach den folgenden Ausführungen sich den borealen Bedingungen sekundär angepasst hätten? Diese Schlussfolgerung darf man nicht ziehen; ich glaube, dass ein Unterschied doch bestehen bleibt. Wenn eine Art deutlich arktische Bedingungen bevorzugt und nur dann sich dem Leben in wärmerem Wasser bequemt, wenn sie sonst aussterben müsste, kann man von einer arktischen Herkunft reden, auch wenn das Warmwasserleben ohne eine Veränderung der Eigenschaften des Tieres möglich war. Die Geschichte der marin-glazialen Relikte der Binnenseen zeigt das Berechtigte in diesem Gedankengang. Diese Tiere konnten nach der obigen Auffassung nur deshalb in den Binnengewässern fortleben, weil ihnen das Vermögen innewohnte, eine Herabsetzung des Salzgehalts bis zu vollständiger Aussüssung des Wassers zu ertragen; mehrere Züge in ihrer Biologie lehren, dass diese Annahme richtig ist. Doch sind sie ja ohne jede Frage ursprünglich im Meer heimisch. Wie es in diesem Falle vollständig berechtigt ist, von einer marinen und arktischen Herkunft zu reden, so können auch Meerestiere einen arktischen Ursprung haben.

Bei alledem ist es unbestreitbar, dass bei dieser Auffassung die Kluft zwischen den ursprünglich arktischen und den übrigen arktisch-borealen Tieren vermindert wird. Die Verhältnisse liegen selten so klar wie bei den marin-glazialen Relikten; der Unterschied

zwischen »vorwiegend arktisch» und »ursprünglich arktisch» mag vielleicht oft haarfein sein. In den speziellen Erörterungen über die Echinodermen können diese theoretischen Schwierigkeiten nicht zu voller Geltung kommen; ich will nur hier betonen, dass man wenigstens gegenwärtig oft zögern muss, ob man von einer arktischen Herkunft oder einfach von einer deutlichen Bevorzugung arktischer Bedingungen reden soll.

Ich gehe jetzt dazu über, die Resultate meiner Untersuchungen über die Herkunft der arktisch-borealen Echinodermen vorzulegen.

Die Arten mit mehr oder weniger geringer Ausdehnung des borealen Verbreitungsgebietes.

Ich wende mich zuerst zu den im Nordmeer nur bis in den tiefen Teil des Skagerak oder auch nicht so weit südwärts vordringenden Arten und sehe dabei einstweilen von *Ctenodiscus crispatus* und *Cucumaria frondosa* ab, welche in mehreren Hinsichten von den übrigen abweichen. Schon die geringe Ausdehnung des borealen Verbreitungsgebietes, das nur einen schmalen Saum am Rande des grossen arktischen Gebietes bildet, kann den Verdacht erwecken, dass diese Tiere nicht ursprünglich unter borealen Bedingungen zu Hause waren. Eine nähere Untersuchung der Lebensverhältnisse bestätigt teilweise diese Vermutung. Mit der grössten Sicherheit wage ich mich über *Ophiacantha bidentata* auszusprechen, deren Vertikalverbreitung im Eisfjord und andern niederarktischen Gegenden den Schluss erlaubt, dass sie ursprünglich Wasser von mehr als + 3° Sommertemperatur meidet; sie fehlt dort in der obersten wärmsten Wasserschicht, wo sie in kälteren Gegenden nicht selten zu sein scheint (s. S. 112—113). In der borealen Region ist die obere Verbreitungsgrenze noch bedeutend weiter abwärts verschoben, bis zu 100 m und mehr. Von Interesse ist, dass diese Art, bei welcher die ursprüngliche Stenothermie deutlicher als bei irgend einer andern zutage tritt, vielleicht in der borealen Region etwas kälteres Wasser als die übrigen erfordert (vgl. oben S. 116, 181); auf jeden Fall hat sie jedoch ihre ursprüngliche Natur bedeutend modifizieren müssen, da sie ja in Wasser von konstant etwa + 5° lebt.

Unter den übrigen Arten zeigen folgende einige — allerdings weniger unzweideutige — Zeichen eines arktischen Ursprungs. *Lophaster furcifer:* in der borealen Region (ausser im Trondhjemsfjord) kleiner und seltener als in der arktischen; obere Verbreitungsgrenze von etwa 30 zu 100 m verschoben. *Ophioscolex glacialis:* in der borealen Region kleiner und teilweise (nicht überall!) seltener; obere Verbreitungsgrenze vielleicht ein wenig nach unten verschoben. *Ophiocten sericeum:* in der borealen Region kleiner und morphologisch in einem jugendlichen Stadium verharrend, ferner viel seltener (ausser im Trondhjemsfjord); obere Verbreitungsgrenze von einigen wenigen bis zu (wenigstens in der Regel) 100 m und mehr verschoben. *Pontaster tenuispinus:* in der borealen Region kleiner und morphologisch reduziert; obere Verbreitungsgrenze in der Regel von ungefähr 60 (bisweilen 15) zu 150 m verschoben.

Keine dieser Tatsachen beweist, dass diese Arten sich den borealen Bedingungen sekundär angepasst haben, in ihrer Gesamtheit scheinen sie mir aber dieser Hypothese grosse Wahrscheinlichkeit zu verleihen (in bezug auf *Ophioscolex glacialis* liegen die Dinge besonders kompliziert, vgl. den Speziellen Teil). Dagegen muss man es ganz offen lassen,

ob sie ursprünglich rein arktisch gewesen sind. *Pontaster tenuispinus* ist so gemein in der borealen Region und so weit verbreitet im Atlantischen Ozean, dass diese Annahme eher unwahrscheinlich ist.

Pteraster militaris hat eine ähnliche Verbreitung; er scheint in der borealen Region nicht seltener zu sein als in der arktischen und ist wenigstens nicht immer kleiner. Eine arktische Herkunft kann daher weder bewiesen, noch ausgeschlossen werden. Die beiden übrigen Arten, *Pteraster pulvillus* und *Pedicellaster typicus*, sind sowohl in borealen wie in arktischen Gegenden ziemlich selten und ich wage nicht, mich näher über sie zu äussern.

Ctenodiscus crispatus hat im Nordmeer ein kleineres boreales Verbreitungsgebiet als alle übrigen Arten. Andere spezielle Zeichen einer arktischen Abstammung sind nicht bekannt und die Verbreitung der ganzen Westküste von Nord- und Südamerika entlang spricht dagegen. Wie ich oben (S. 25—26) hervorgehoben habe, kann bei dieser Sachlage die Frage nach der Herkunft gegenwärtig nicht beantwortet werden. Vorläufig kann man vielleicht annehmen, dass die Art keine wirklich arktische Herkunft hat, aber sich doch an der borealen Küste von Norwegen etwas veränderten Bedingungen angepasst hat.

Von *Cucumaria frondosa* habe ich schon oben (S. 237—238) bemerkt, dass sie wegen der Winterfortpflanzung als eine ursprünglich arktische Art angesehen wird, dass aber diese Tatsache meiner Ansicht nach die ihr zugeschriebene Beweiskraft nicht besitzt. Andere Zeichen einer ursprünglich grösseren Stenothermie fehlen; die Art ist in der borealen Region ebenso gemein und wird wenigstens ebenso gross wie unter arktischen Bedingungen; Unterschiede in der Vertikalverbreitung können nicht nachgewiesen werden. Da sogar alles dafür spricht, dass sie die kräftigste Entwicklung in der borealen und in den wärmeren Gebieten der arktischen Region erreicht, somit dort die günstigsten Bedingungen findet, kann eine arktische Herkunft unmöglich angenommen werden. Die geringe Ausdehnung des borealen Verbreitungsgebietes kann eben in diesem Falle durch andere Ursachen erklärt werden und weist jedenfalls nicht auf einen arktischen Ursprung hin (es gibt ja auch boreale und boreal-südliche, in seichtem Wasser lebende Tiere, die im Skagerak und Kattegatt fehlen oder wenigstens unvergleichlich seltener als an der norwegischen Westküste sind; so verhalten sich teils verschiedene ausgesprochen südliche Arten — mehrere Mollusken —, teils einzelne weniger ausgeprägte Wärmetiere, wie *Actinia equina*, *Lima hians*, *Ophiocoma nigra*, *Echinus acutus*).

Ophiactis abyssicola ist kräftiger entwickelt in der warmen als in der kalten Area und wird von Grieg (1904) »zunächst als eine Warmwasserform» betrachtet. Man muss in diesem Falle nicht nur die Möglichkeit einer arktischen Herkunft ausschliessen, sondern kann einen südlichen Ursprung annehmen.

Die Arten mit weiterer Verbreitung in der borealen Region.

Von den durch den ganzen Kattegatt vordringenden Arten (*Ophiura robusta* *Henricia sanguinolenta* in der Tabelle S. 220—221) hat *Ophiura robusta* eine verhältnismässig beschränkte Verbreitung im borealen Teil des Nordmeers. Sie ist dort bedeutend kleiner als in arktischen Gegenden und tritt erst in etwas grösserer Tiefe auf (bei 20 bis 25 m statt am Ufer); nach allen bisher veröffentlichten Angaben scheint sie meist selten zu

sein und ist gemein nur im südlichen Kattegatt und in den Kattegatt-Ostsee-Sunden, wo einige unleugbar vorwiegend arktische Tiere gute Existenzbedingungen finden. Es sind also gute Gründe für die Annahme vorhanden, dass diese Ophiuride sich den borealen Bedingungen sekundär angepasst hat, obgleich sie natürlich keineswegs eine ursprünglich rein arktische Art zu sein braucht.

Die übrigen Arten werden allgemein als ursprünglich arktisch angesehen; so zählt z. B. Grieg (1914) in seinem Verzeichnis norwegischer Tiere von arktischer Herkunft alle ausser *Psolus phantapus* auf (*Phyllophorus pellucidus* wird sogar als ein Relikt bezeichnet). Wenn man die speziellen Gründe für diese Auffassung sucht, so findet man nur folgende Tatsachen: *Ophiopholis aculeata*, oft auch *Ophiura sarsii*, ist grösser unter arktischen Bedingungen; *Strongylocentrotus droebachiensis* ist grösser in arktischen als in typisch borealen Gegenden, am grössten jedoch in den boreoarktischen und wärmeren arktischen Gebieten; diese Art und noch sicherer *Psolus phantapus*, *Henricia sanguinolenta*, *Solaster endeca* und *Solaster papposus* pflanzen sich in der borealen Region in der kalten Jahreszeit (Spätwinter und Frühling) fort; die letztgenannte Art steigt dort weniger tief hinab. Nach den oben (S. 234 ff.) entwickelten Prinzipien können diese Tatsachen nicht als Beweise einer arktischen Herkunft gelten. Alle diese Arten sind ungefähr ebenso gemein im borealen wie im arktischen Gebiet, Unterschiede in der Vertikalverbreitung sind — mit der erwähnten Ausnahme — nicht nachweisbar, und die borealen Exemplare sind — mit den oben genannten Ausnahmen — nicht kleiner. Es ist denkbar, dass solche in der borealen Region mehr oder weniger weit verbreiteten und ebenso gemein wie in arktischen Gebieten vorkommenden Arten ursprünglich mehr arktisch gewesen sind, solange aber keine Beweise für diesen Entwicklungsgang vorliegen, hat man kein Recht, ihn ohne weiteres vorauszusetzen.

In bezug auf die *Phyllophorus*-Formen (deren Verbreitung und Lebensweise ich überhaupt nicht näher untersucht habe) muss ich mich mit diesen allgemeinen Erwägungen begnügen, und von *Ophiopholis aculeata*, *Henricia sanguinolenta*, *Ophiura sarsii* und *Strongylocentrotus droebachiensis* ist wenig mehr zu sagen. Die erstere bleibt in der borealen Region so viel kleiner, dass es nicht unmöglich erscheint, sie habe sich bis zu einem gewissen Grade sekundär an die dortigen Verhältnisse angepasst, andererseits ist es aber wegen der beschränkten arktischen Verbreitung (Fehlen in ausgeprägt hocharktischen Gebieten) äusserst unwahrscheinlich, dass sie ursprünglich wirklich arktisch gewesen sei. Das letztere gilt auch von *Ophiura sarsii*. *Henricia sanguinolenta* hat eine so weite Verbreitung in der borealen Region, dass eine wirklich arktische Herkunft sehr unwahrscheinlich ist. *Strongylocentrotus droebachiensis* ist am gemeinsten und am kräftigsten entwickelt in den boreoarktischen sowie in den wärmeren Teilen der arktischen und im nördlichsten Teil der borealen Region; eine rein arktische Herkunft dieser Art kann daher fast sicher ausgeschlossen werden.

In bezug auf die übrigen Arten kann man vielleicht ein wenig weiter gelangen. *Solaster endeca* ist in der arktischen Region auf die wärmeren Gegenden beschränkt; er ist also eine Warmwasserart, in allen Teilen des Verbreitungsgebietes gemein, nach den Grössenverhältnissen zu urteilen vielleicht die besten Lebensbedingungen in dem Übergangsgebiet zwischen der arktischen und borealen Region findend. *Psolus phan-*

tapus ist wenigstens in hocharktischen Gegenden seltener und in allen rein arktischen Gebieten kleiner als in borealen. *Solaster papposus* endlich lebt in allen Teilen der arktischen Region, hat aber auch ein sehr grosses boreales Verbreitungsgebiet; er ist dort wohl nicht gemeiner als in arktischen Gegenden, erreicht aber eine bedeutendere Körpergrösse. Für diese drei Arten kann meiner Meinung nach nicht nur die Möglichkeit einer rein arktischen Herkunft ausgeschlossen werden, sondern man hat gute Gründe für die Annahme, dass das Leben unter borealen Bedingungen überhaupt ebenso ursprünglich wie das Vorkommen unter arktischen Bedingungen ist.

Von den drei letzterwähnten haben die beiden *Solaster*-Arten je einen nahen Verwandten in der arktischen Region; *S. endeca* ist in hocharktischen Gegenden durch *S. syrtensis* vertreten (der jedoch auch in anderen arktischen Gegenden vorkommt); *S. papposus* ist aufs nächste mit der rein hocharktischen Art *S. squamatus* verwandt. Wenn nun auch die beiden arktisch-borealen Arten von Anfang an ebenso eurytherm wie heute sind, so wird dadurch nicht die Möglichkeit ausgeschlossen, dass sie von den arktischen Arten abstammen und also doch einen arktischen Ursprung haben. Diese Frage verdient eine ernstliche Prüfung. Man kennt in mehreren Tiergruppen arktische Arten, die so nahe mit borealen verwandt sind, dass der gemeinsame Ursprung über allen Zweifel erhaben ist; Appellöf (1912, p. 551) nimmt in solchen Fällen an, dass sich die boreale aus der arktischen Form entwickelt hat (die Echinodermenarten werden nicht erwähnt, nur einige decapode Crustaceen). Hier hat man es zwar nicht mit einer arktischen und einer borealen, sondern mit einer arktischen und einer arktisch-borealen Art zu tun, doch sind die Verbreitungsgebiete zum grossen Teil oder vielleicht fast vollständig getrennt, und es handelt sich offenbar um eine ganz ähnliche Erscheinung. Auch *Asterias mülleri* und ihre arktische Repräsentanten *A. groenlandica* und *hyperborea* können in diesem Zusammenhang erwähnt werden. Ich habe im Speziellen Teil die Abstammungsfrage eingehend erörtert und bin dabei zu dem Ergebnis gekommen, dass *S. papposus* kein Abkömmling von *S. squamatus* ist; daraus folgt nicht notwendig, dass dieser direkt von jenem stammt; die gemeinsame Stammform muss aber eine Warmwasser- oder eurytherme Art gewesen sein, und, wenn nicht mit *S. papposus* identisch, so doch mit ihm nahe verwandt. Ungefähr dasselbe gilt von den beiden *Asterias*-Formen. In bezug auf *Solaster endeca-syrtensis* muss die Frage offen bleiben.

Zusammenfassung: Übersicht der arktisch-borealen Echinodermen des Nordmeeres.

1. Im Nordmeer höchstens bis in den tiefen Teil des Skagerak verbreitet.

Ctenodiscus crispatus — Panarktisch-boreal. Im Nordmeer exklusiv nördlich, in der borealen Region in Wasser von wenig wechselnder Temperatur lebend. Möglicherweise ursprünglich etwas mehr arktisch, wirklich arktische Herkunft jedoch sehr unwahrscheinlich.

Ophiacantha bidentata
Ophiocten sericeum
Pedicellaster typicus
Lophaster furcifer
Pteraster militaris
Pteraster pulvillus
Ophioscolex glacialis
Pontaster tenuispinus
(*Ophiactis abyssicola*)

Panarktisch-boreal. Teilweise etwas verschiedene Verbreitung, alle aber in der borealen Region in Wasser von wenig wechselnder Temperatur lebend. *Ophiacantha bidentata, Ophiocten sericeum, Lophaster furcifer, Ophioscolex glacialis* und *Pontaster tenuispinus* wahrscheinlich ursprünglich mehr arktisch und sekundär an die borealen Bedingungen angepasst. (*Ophiactis abyssicola* hauptsächlich atlantisch, zweifellos ursprünglich südlich.)

Cucumaria frondosa

Panarktisch-boreal, aber die kräftigste Entwicklung unter niederarktischen bis borealen Bedingungen erreichend. In der westlichen Nordsee weiter südwärts als die vorigen Arten verbreitet. Erträgt eine hohe Sommertemperatur (+15°) bei niedriger Wintertemperatur (+3—+4°). Sekundäre Anpassung an die borealen Bedingungen nicht wahrscheinlich gemacht, rein arktischer Ursprung ausgeschlossen.

2. Im Nordmeer bis in den Kattegatt, Öresund und die Belte, sowie durch die nördliche oder auch südliche Nordsee oder weiter verbreitet. *Ophiura robusta* wahrscheinlich ursprünglich mehr arktisch. In den übrigen Fällen rein arktische Herkunft ausgeschlossen, teilweise sogar jede sekundäre Anpassung an die borealen Bedingungen wenig wahrscheinlich.

Ophiura robusta
Strongylocentrotus droebachiensis
Psolus phantapus
Ophiura sarsii

Panarktisch-boreal (*S. droebachiensis* und *P. phantapus* jedoch die kräftigste Entwicklung unter niederarktischen bis nördlich-borealen bzw. borealen Bedingungen erreichend) oder (*O. sarsii*) vorwiegend niederarktisch-boreal. Südwärts wenigstens hauptsächlich nur durch die nördliche Nordsee verbreitet. Fehlen an den westlichen Teilen der britischen Küsten ausser *P. phantapus*, der an der Westküste von Schottland lebt. Ertragen teils eine konstante Temperatur von +6 bis +7°, teils eine Sommertemperatur von +15°, wie es scheint jedoch nur bei sehr niedriger Wintertemperatur; *O. sarsii* in der Regel nicht in Wasser von mehr als +10° Sommertemperatur.

Solaster endeca
Phyllophorus pellucidus
Phyllophorus drummondii
Ophiopholis aculeata

Niederarktisch-boreal (*S. endeca* und *O. aculeata*) oder panarktisch-boreal (die *Phyllophorus*-Formen). Wie die vorigen nur oder hauptsächlich in der nördlichen Nordsee, ausserdem aber an den westlichen Küsten der britischen Inseln und daher etwas höhere Temperaturen ertragend.

Solaster papposus
Henricia sanguinolenta

Panarktisch-boreal. Durch die ganze Nordsee und den Englischen Kanal verbreitet. Ertragen eine hohe Sommertemperatur (mehr als +15°) auch bei hoher Wintertemperatur (+7 bis 8°).

V. Boreale und boreal-südliche, in die Grenzgebiete zwischen der niederarktischen und der boreoarktischen Region eindringende Arten.

Viele boreale oder noch weiter südlich verbreitete Echinodermen dringen bekanntlich in die boreoarktischen Übergangsgebiete ein. In typisch arktischen Gegenden treten diese Arten jedoch nie auf, auch nicht als zufällige Gäste; sie fehlen nicht nur in allen hocharktischen, sondern auch in den meisten niederarktischen Gegenden, wie an der ganzen Westküste von Westspitzbergen. Natürlich werden Larven von solchen Echinodermen — ebensogut wie Larven von borealen Fischen — mit dem atlantischen Strom bis an diese

Küste transportiert, obgleich sie wegen Mangel an Wärme nie zur Entwicklung kommen. Freilich ist es nicht ausgeschlossen, dass in Perioden von stärkerem Zufluss atlantischen Wassers einzelne südliche Arten an dieser Küste und z. B. auch im Eisfjord zu Entwicklung gelangen.

Nur in den Grenzgebieten zwischen den arktischen und boreoarktischen Gegenden treten einige boreale und boreal-südliche Echinodermen auf. Ein solches Grenzgebiet ist im Nordmeer der südwestliche Teil des Barentsmeeres. Der südlichste Teil, nahe bei Finnmarken und der Murmanküste, ist noch ziemlich boreoarktisch; etwas weiter nördlich aber geht von Beeren Eiland in ostsüdostlicher Richtung eine Zone, wo die Temperaturverhältnisse zwar wechselnd, aber in der Regel ziemlich arktisch sind und das südliche Element fast ganz verschwunden ist. Hier sind folgende drei Echinodermen beobachtet worden: *Poraniomorpha hispida* (M. SARS) (DANIELSSEN & KOREN 1884; nur ein Fund), *Echinus acutus* LAMARCK (HOFFMANN 1882, DANIELSSEN 1892 [*E. norvegicus*]), und *Schizaster fragilis* (DÜB. & KOR.) (HOFFMANN 1882). (Die letztgenannte Art, früher als arktisch bezeichnet, ist typisch boreal; s. oben S. 235.) Hier kann auch die atlantische, hauptsächlich abyssale Warmwasserart *Ophiacantha abyssicola* G. O. SARS erwähnt werden, welche vereinzelt in der Nordmeertiefe (620, 650, 817 m, —0,3°— —1,1°) gefunden worden ist (HOYLE 1884, GRIEG 1893; vgl. GRIEG 1904, MORTENSEN 1910, 1913).

In der Literatur findet man jedoch viele Angaben über Funde von borealen und boreal-südlichen Echinodermen auch in rein arktischen Gegenden. Diese Angaben beruhen sicher oder fast sicher auf Verwechslung mit anderen Arten; der Vollständigkeit wegen stelle ich unten alle solchen Angaben zusammen, welche ich — ohne die Literatur vollständig daraufhin durchzumustern — gefunden habe; die Westküste von Grönland, welche übrigens teilweise boreoarktisch ist, berücksichtige ich nicht; s. darüber MORTENSEN 1913.

Hathrometra sarsii (DÜB. & KOR.) (*tenella* RETZ., *dentata* SAY): MARENZELLER 1878: Barentsmeer; in Wirklichkeit = *H. prolixa*, s. P. H. CARPENTER 1894. — FISCHER 1886: Jan Mayen; = *H. prolixa*, welche als »ausgewachsene Exemplare» von *H. sarsii* betrachtet wird, s. CARPENTER 1894. — PFEFFER 1894: Spitzbergen; sicher unrichtige Bestimmung, wie auch GRIEG (1904 a) glaubt; wahrscheinlich = *H. prolixa*. — SCHMIDT 1904: O. von Island, etwa 900 m Tiefe; so gut wie sicher = *H. prolixa*. — CARPENTER 1888: Unter »other localities» steht Karisches Meer; eine solche Angabe findet sich jedoch in der früheren Literatur nicht.

Antedon phalangium (J. MÜLL.): KOEHLER 1901: Spitzbergengebiet. Berichtigt von KOEHLER 1908; in Wirklichkeit = *Hathrometra prolixa*.

Astropecten irregularis (PENN.): HOFFMANN 1882: Barentsmeer; ohne den geringsten Zweifel mit einer anderen Art verwechselt, wie GRIEG (1907) annimmt wohl zunächst mit *Leptychaster arcticus*.

Poraniomorpha rosea DAN. & KOR.: SLUITER 1895: Karisches Meer; zweifellos = *P. tumida* (s. GRIEG 1907).

Retaster multipes (M. SARS): Nach LUDWIG (1900 a), wäre diese Art von der norwegischen Nordmeerexpedition im Barentsmeer gefunden; dies ist nicht der Fall (LUDWIG hat St. 267 statt 257 gelesen).

Asterias rubens L. (*violacea* MÜLL.): mehrere Angaben über Funde im arktischen Nordamerika; = *A. groenlandica* und *A. polaris* (s. LUDWIG 1900 a).

Ophiura ciliaris L.: HOFFMANN 1882: Barentsmeer; wahrscheinlich = *O. sarsii* oder *Ophiopleura borealis* (s. GRIEG 1900).

Ophiocoma nigra (MÜLL.): HOFFMANN 1882: Barentsmeer; zweifellos = *Ophiacantha bidentata* (s. GRIEG 1900). KLINCKOWSTRÖM 1892: Spitzbergen; sicher = *O. bidentata* (s. oben S. 111, 113).

Gorgonocephalus linckii (MÜLL. & TROSCH.): RUIJS 1887: Karisches Meer; sicher unrichtige Bestimmung, wahrscheinlich = *G. agassizi* (s. GRIEG 1900, 1910).

Gorgonocephalus lamarckii (MÜLL. & TROSCH.): D'URBAN 1880: Barentsmeer; zweifellos unrichtige Bestimmung, wahrscheinlich = *G. agassizi* (oder *eucnemis*) (vgl. GRIEG 1900).

Echinus esculentus L.: HEUGLIN 1874: Spitzbergen; selbstverständlich unrichtige Angabe (Verwechslung mit *Strongylocentrotus droebachiensis* oder von einem andern Gebiet stammend).

Cucumaria hyndmanni (Thompson): Forbes 1852: arktisches Nordamerika; = *C. calcigera* (s. Ludwig 1900).
Psolus squamatus (Koren): Sluiter 1895 b: Barentsmeer; = *P. phantapus* oder *fabricii* (s. Östergren 1903).
Psolus operculatus (Pourtalès): Ludwig 1900: N. von Spitzbergen; sehr zweifelhafte Angabe; das einzige kleine Exemplar wohl jedenfalls nicht zum echten *P. operculatus* gehörig; dagegen ist es natürlich möglich, dass es zu der von Théel (1886) unter diesem Namen beschriebenen Form aus der boreoarktischen Region Nordamerikas gehört.

Zusammenfassende Übersicht der nord-südlichen Verbreitung der arktischen und arktisch-borealen Echinodermen des Nordmeeres.

I. Hocharktische Arten.

1. Abyssale Arten.
   Bathycrinus carpenteri.
   Kolga hyalina.
   Acanthotrochus mirabilis.
   Myriotrochus théeli.
   Irpa abyssicola.
   Tylaster willei.
2. Mehr oder weniger eurybathe Arten.
   Bathybiaster vexillifer.
   Korethraster hispidus.
   Pourtalesia jeffreysi.
   Elpidia glacialis.
   Solaster squamatus.
   Hathrometra prolixa.
   Poraniomorpha tumida.
   Hymenaster pellucidus.
   Ophiopleura borealis.
   Ophiopus arcticus.
3. Flachseearten.
   Cucumaria glacialis.
   Trochoderma elegans (hocharktisch?).

II. Panarktische Arten.

1. Mehr oder weniger ausgesprochene Kaltwasserarten, besonders einige sich den hocharktischen Arten nähernd.
   Asterias panopla.
   » *linckii.*
   Solaster syrtensis.
   Gorgonocephalus eucnemis.
   » *agassizi.*
   Myriotrochus rinkii.
2. Arktisch-eurytherme Arten.
   Heliometra eschrichtii.
   Pteraster obscurus.
   Asterias groenlandica.
   » *hyperborea.*
   Stichaster albulus.
   Ophiura nodosa.
   Amphiura sundevalli.
   Eupyrgus scaber.
   Molpadia arctica und *borealis.*

III. Niederarktische oder niederarktisch-nördlich-boreale Art.

Chirodota laevis.

IV. Arktisch-boreale Arten (s. näher oben S. 245).

Ctenodiscus crispatus.
Ophiacantha bidentata.
Ophiocten sericeum.
Pedicellaster typicus.
Lophaster furcifer.
Pteraster militaris.
» *pulvillus.*
Ophioscolex glacialis.
Pontaster tenuispinus.
Ophiactis abyssicola.
Cucumaria frondosa.
Ophiura robusta.
Strongylocentrotus droebachiensis.
Psolus phantapus.
Ophiura sarsii.
Solaster endeca.
Phyllophorus pellucidus und *drummondii.*
Ophiopholis aculeata.
Solaster papposus.
Henricia sanguinolenta.

Die ostwestliche Verbreitung.

Die Ost- und Westgrenzen der Arten werden teilweise durch dieselben Faktoren wie die Nord- und Südgrenzen bestimmt, doch treten hier andere Gesichtspunkte in den

Vordergrund, und ich halte es daher für das beste, die ostwestliche Verbreitung gesondert zu besprechen. Die Echinodermen der arktischen Region können nach der verschiedenen Ausdehnung ihres Verbreitungsgebietes rings um den Nordpol in folgende Gruppen eingeteilt werden.

I. Zirkumpolare Arten.

Das Wort zirkumpolar wird in zwei Bedeutungen gebraucht. Viele, wahrscheinlich die meisten Autoren — darunter wie es scheint alle Echinodermenforscher — wollen diese Benennung nur solchen Arten zuerkennen, welche rings um das ganze Polarbecken verbreitet sind; andere Tiergeographen, wenigstens Appellöf, bezeichnen als zirkumpolar alle Arten, welche gleichzeitig im europäischen Nordmeer und im Beringsmeer (oder im Eismeer nördlich oder im Stillen Ozean südlich davon) vorhanden sind, ohne Rücksicht darauf, ob sie der ganzen zwischenliegenden Küste entlang verbreitet sind oder nicht. Ich schliesse mich dieser letzteren Auffassung an; solange der grösste Teil des amerikanischen und die östliche Hälfte des sibirischen Eismeers so gut wie ganz unerforscht sind, könnte man keine einzige Art mit Sicherheit als zirkumpolar im ersten, strengeren Sinne des Wortes bezeichnen; andererseits darf man noch weniger aus dem Fehlen an den erwähnten unbekannten Küsten schliessen, dass eine Art nicht zirkumpolar ist.

Die Arbeiten Ludwig's (1900, 1900 a) zeigen in schlagender Weise, zu welchen Absurditäten die Anwendung des Begriffes zirkumpolar im wörtlichen Sinne gegenwärtig führen muss. Unter den Holothurien zeigt nach diesem Autor *Psolus fabricii* »Dreiviertel-Circumpolarität», *Cucumaria frondosa*, *C. calcigera*, *Phyllophorus pellucidus* und *Myriotrochus rinkii* zeigen »Zweidrittel-Circumpolarität»; *Chirodota laevis* ist »keineswegs circumpolar». In Wirklichkeit ist die letztgenannte Art diskontinuierlich, *M. rinkii* kontinuierlich, *C. calcigera* gar nicht zirkumpolar usw.

Doch ist natürlich ein wichtiger Unterschied vorhanden zwischen rings um das ganze Polarbecken verbreiteten Arten und Arten, deren Verbreitung auf grosse Strecken östlich und westlich vom Nordmeer unterbrochen ist. Trotz der mangelnden Kenntnisse der grossen, oben erwähnten Küstenstrecken und der daraus resultierenden Unsicherheit kann man daher zwei Kategorien von zirkumpolaren Arten unterscheiden. Diejenigen mit an zwei Stellen unterbrochener Verbreitung werden wohl in Zukunft, wenn die Verbreitung aller Arten besser bekannt sein wird, mit grösserer Sicherheit und Schärfe von den übrigen zu trennen sein und es wird eine Geschmackssache sein, ob man sie als zirkumpolar bezeichnen will oder nicht.

1. Zirkumpolare Arten mit rings um das Polarbecken ganz oder fast ganz kontinuierlicher Verbreitung.

Hieher gehören in erster Linie folgende Echinodermen: *Ctenodiscus crispatus*, *Solaster papposus*, *Pteraster militaris*, *Ophiura nodosa*, *Ophiacantha bidentata*, *Myriotrochus rinkii*. Alle diese Arten sind östlich bis an die Neusibirschen Inseln, westlich bis in den östlichen Teil des nordamerikanischen Archipels nachgewiesen (*Pteraster militaris* und *O. nodosa* sind bis in Jones Sund oder Prince Regents Inlet, 85—88° w. L., *Solaster papposus*, *Ophiacantha bidentata* und *Myriotrochus rinkii* bis in die Barrow-Strasse, 94° w. L., *Ctenodiscus crispatus* bis Mellville Island, etwa 112° w. L. bekannt).

Diese Arten sind also sowohl östlich wie westlich vom Nordmeer eben so weit nachgewiesen, als überhaupt faunistische Untersuchungen vorgenommen worden sind; man kann daher mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die Verbreitung sich beiderseits bis an die Beringsstrasse erstreckt. Fast mit Sicherheit kann man dies von einigen Arten behaupten, die von der Nordküste Alaskas bekannt sind; es sind dies *Solaster papposus*, *Ophiura nodosa* (auch an der sibirischen Küste unweit der Beringsstrasse gefunden) und *Myriotrochus rinkii*. Die übrigen drei sind vom Beringsmeer, nicht aber von der Beringsstrasse und dem Eismeer nördlich davon bekannt, dieses Gebiet ist aber so ungenügend erforscht, dass man dieser Tatsache keine grössere Bedeutung beimessen darf. Doch ist es auffallend, dass die in andern arktischen Gegenden so äusserst häufige Art *Ophiacantha bidentata* nur einmal im Beringsmeer — und zwar im südlichsten Teil — gefunden worden ist; doch kann wohl auch sie provisorisch hieher gestellt werden.

Diesen Arten, besonders der letztgenannten, schliesst sich *Heliometra eschrichtii* an. Diese ist auch nicht vom Beringsmeer, sondern im ganzen pazifischen Gebiet nur vom Ochotskischen und Japanischen Meer bekannt. Wenn sie im Beringsmeer fehlt, nimmt sie natürlich eine Sonderstellung ein, gegenwärtig lässt sich dies aber nicht mit einiger Sicherheit behaupten, noch weniger, dass sie in den angrenzenden Teilen des Eismeers fehlt.

Ophiura sarsii nimmt eine Zwischenstellung zwischen den kontinuierlich und den diskontinuierlich zirkumpolaren Arten ein. Westlich fehlen Funde nur in dem faunistisch unbekannten Gebiet zwischen Jones Sund und Alaska; östlich lebt sie im Eismeer ostwärts von der Taimyrhalbinsel, fehlt aber in dem viel besser erforschten Gebiet zwischen K. Tscheljuskin und dem Barentsmeer. Erst nach Untersuchungen im nordamerikanischen Archipel kann man entscheiden, ob sie nur diese kleine Lücke aufweist oder ob sie sich den übrigen diskontinuierlich zirkumpolaren Arten nähert.

2. Wahrscheinlich kontinuierlich zirkumpolar, obgleich nicht sicher vom pazifischen Gebiet bekannt.

Hieher gehört vor allem *Asterias groenlandica*, mit Sicherheit von Jones Sund bis an die Neusibirischen Inseln bekannt. Vermutlich lebt diese Form im Beringsmeer; wenn dies nicht der Fall ist, so finden sich jedenfalls nahe verwandte Formen von *A. mülleri*. Eine andere Form desselben Kreises, *A. hyperborea*, ist mit Sicherheit nur von Spitzbergen bekannt, doch ist es nicht unmöglich, dass auch sie hieher gehört.

3. In mehreren Fällen fehlen Funde auch an besser bekannten Küsten; es ist aber bei dem jetzigen Stande der Kenntnisse unmöglich zu wissen, ob die Arten dort fehlen und folglich diskontinuierlich oder ob sie kontinuierlich zirkumpolar sind.

Eine dieser Arten, *Amphiura sundevalli*, gehört jedoch aller Wahrscheinlichkeit nach zu den vorigen Arten, von welchen sie sich nur dadurch unterscheidet, dass sie nicht so weit ostwärts im Sibirischen Eismeer beobachtet wurde. Sie ist jedoch bis östlich von K. Tscheljuskin bekannt (bis etwa 112° ö. L.); da sie ziemlich spärlich aufzutreten pflegt, ist es wahrscheinlich nur ein Zufall, dass sie nicht auch bei den Neusibirischen Inseln gefunden worden ist. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass derselbe Gedankengang auf *Pteraster pulvillus* und *Molpadia borealis*, von welchen besonders die erstere in arktischen

Gegenden noch spärlicher ist, übertragen werden darf. Die gegenwärtig bekannte Verbreitung dieser Arten weist jedoch zwei erhebliche Lücken auf, zwischen dem Beringsmeer bzw. der Nordküste von Alaska und einerseits Westtaimyr, andererseits Westgrönland. *Pteraster obscurus* ist bisher nur in zwei noch weiter getrennten Gebieten gefunden worden, nämlich teils im Beringsmeer, teils zwischen Westgrönland und Ostfinnmarken; sie ist jedoch überall so selten, dass man dem Mangel an Funden an den langen, zwischenliegenden Küstenstrecken keine Bedeutung zuschreiben kann.

Strongylocentrotus droebachiensis hat dieselbe Verbreitung wie *Lophaster furcifer* und *Amphiura sundevalli*. Da er überall äusserst gemein aufzutreten pflegt, ist es sehr auffallend, dass er nicht östlich von Osttaimyr gefunden worden ist; er lebt jedoch wieder in der Beringsstrasse, und es ist daher ziemlich unwahrscheinlich, dass die Verbreitung auf der verhältnismässig kurzen Strecke zwischen dieser und der Taimyrhalbinsel unterbrochen wäre. Ich nehme an, dass die Verbreitung ziemlich kontinuierlich ist, obgleich diese Art im ganzen Eismeer östlich von Novaja Semlja viel seltener als in den meisten übrigen Gegenden ist. Im nordamerikanischen Eismeer dürfte die Verbreitung jedenfalls nicht unterbrochen sein; die Art ist sowohl etwas westlich von Jones Sund wie an der Nordküste von Alaska in grosser Menge beobachtet worden. *Henricia sanguinolenta* zeigt dieselbe Verbreitung mit dem Unterschied, dass sie nicht aus dem Archipel westlich von Nordwestgrönland bekannt ist. Auch in diesem Falle erscheint es mir am wahrscheinlichsten, dass die Verbreitung nicht unterbrochen ist.

Ophiura robusta ist im nordamerikanischen Eismeer sowohl im Archipel westlich von Grönland wie an der Nordküste von Alaska nachgewiesen und also hier zweifellos kontinuierlich verbreitet. Auf der entgegengesetzten Seite ist kein Fund zwischen der Ostküste von Novoja Semlja und der Beringsstrasse bekannt. Wenn sie dort fehlt, würde sie das Beispiel einer Art mit nur östlich vom Nordmeer unterbrochener Verbreitung bilden (und also vielleicht *O. sarsii* nahe stehen); ich halte es jedoch nicht für unwahrscheinlich, dass auch diese Art rings um das ganze Polargebiet verbreitet ist.

Eupyrgus scaber ist im Gegensatz zur vorigen Art aus dem Sibirischen Eismeer bekannt (Karisches Meer bis zu den Neusibirischen Inseln) und zweifellos hier bis an das Beringsmeer verbreitet, würde aber nach den bisherigen Funden zu urteilen eine ganz andere Lücke in der Verbreitung aufweisen, nämlich zwischen dem Beringsmeer und Westgrönland. Es ist sehr auffallend, dass diese Art nicht nur nicht von Nordwestgrönland, Ellesmere Land und Jones Sund bekannt ist, sondern auch, dass die zwei einzigen Fundorte in Westgrönland am südlichsten Teil der Küste gelegen sind; doch scheint es mir gar nicht unmöglich, dass diese Lücke nur scheinbar ist. *Phyllophorus pellucidus* ist gemein weiter nördlich in Westgrönland, stimmt aber sonst mit der letzterwähnten Art überein.

Hier muss schliesslich auch *Stichaster albulus* erwähnt werden. Diese Art ist gemein von Jones Sund bis in das Karische Meer; im ganzen pazifischen Gebiet ist sie nur einmal im Japanischen Meer gefunden worden. Eine Diskussion dieser eigentümlichen Verbreitung — an diejenige von *Heliometra eschrichtii* erinnernd — ist gegenwärtig zwecklos, u. a. weil der pazifische Fund vielleicht nicht ganz sicher ist.

4. Zirkumpolare Arten mit diskontinuierlicher und zwar sowohl östlich wie westlich vom Nordmeer unterbrochener Verbreitung.

Chirodota laevis, *Ophiopholis aculeata* und *Solaster endeca* sind westlich vom Nordmeer bis Westgrönland (und bis an die Ostküste von Nordamerika), östlich bis in das Karische Meer bzw. die Karische Pforte verbreitet; die erstgenannte Art ist sogar nicht östlich von der Murmanküste bekannt. Ausserdem haben sie ein grosses pazifisches Verbreitungsgebiet; *O. aculeata* ist sowohl ost- wie westpazifisch weit verbreitet und kommt auch in der Beringsstrasse und an der Nordküste von Alaska vor; die beiden anderen sind mit Sicherheit nur von der amerikanischen Seite bekannt und scheinen nicht so weit nördlich zu gehen. Auch in diesen Fällen dürfte es wohl nicht erwiesen sein, dass die Arten vollständig an den zwischen diesen Gebieten gelegenen Küstenstrecken fehlen, jedenfalls müssen sie aber dort so selten sein, dass sie schon dadurch eine Sonderstellung einnehmen. In bezug auf *O. aculeata* folgt dies schon daraus, dass diese Art in den meisten arktischen Gegenden ausserordentlich gemein ist; dazu kommt der Umstand, dass alle drei Arten auch andere Gegenden mit ähnlichen äusseren Bedingungen oder mit andern Worten hocharktische Gebiete meiden. — Über *Ophiura sarsii*, welche sich diesen Arten nähert, s. oben.

II. Zirkumpolare Formenkreise.

Die atlantisch-arktischen Formen von *Cucumaria frondosa* und *Lophaster furcifer* sind nicht aus dem pazifischen Gebiet bekannt, doch leben dort Formen (*Cucumaria californica* und drei andere; *Lophaster furcilliger* und *furcilliger vexator*), welche so nahe mit den ersteren verwandt sind, dass sie vielleicht eher nur als Unterarten zu betrachten sind. In mehreren tiergeographischen Erörterungen können diese Formenkomplexe den echten zirkumpolaren Arten gleichgestellt werden. In beiden Fällen muss die Möglichkeit offen gelassen werden, dass die gewöhnliche arktische Form im nördlichsten Teil des pazifischen Gebiets vorkommt (oder dass hier Übergangsformen leben). Die Verbreitung von *Cucumaria frondosa* scheint im sibirischen Eismeer unterbrochen zu sein (doch ist es möglich, dass die Art nur sehr selten ist; als Ursache des Fehlens oder der Seltenheit kann vielleicht die starke Aussüssung des Oberflächenwassers in Betracht kommen); der *Lophaster*-Formenkreis scheint eher kontinuierlich zirkumpolar zu sein.

III. Im pazifischen Gebiet unbekannte und nach den bisherigen Beobachtungen höchstens zwischen den Neusibirischen Inseln und Jones Sund verbreitete, aber trotzdem vielleicht kontinuierlich zirkumpolare Arten.

Vier Seesterne und zwei Schlangensterne sind nach den bisherigen Beobachtungen ungefähr über den halben Umkreis des Polarbeckens verbreitet. Das grösste Gebiet nehmen *Gorgonocephalus eucnemis*, *G. agassizi* und *Asterias linckii* ein, welche von Jones Sund bzw. Nordwestgrönland bis an die Neusibirischen Inseln verbreitet sind. *Poraniomorpha tumida*, *Solaster syrtensis*, *Asterias panopla* und *Ophiopleura borealis* sind ebenso weit westwärts oder wenigstens (die beiden ersteren Arten) bis an die Küste von Westgrönland verbreitet, sind aber östlich nur bis etwas ostwärts von der Taimyrhalbinsel (bis 112—125° ö. L.) nachgewiesen.

Mehrere dieser Arten sind nun in diesem Gebiet sehr gemein; wenn sie im Beringsmeer nur annähernd ebenso häufig wären, würden sie dort schwerlich der Aufmerksamkeit der Forscher entgangen sein. Ich halte es in der Tat für sehr wahrscheinlich, dass sie im grössten Teil des Beringsmeeres fehlen (oder äusserst selten sind); wenn ich sie nichtsdestoweniger als vielleicht zirkumpolar bezeichne, so tue ich das im Blick auf die Möglichkeit, dass sie an den Eismeerküsten rings um den Nordpol leben, ohne durch die Beringsstrasse einzudringen. Diese Vermutung ist nicht ganz so willkürlich, wie es auf den ersten Blick scheinen mag. Die fraglichen Arten sind alle mehr oder weniger ausgesprochene Kaltwassertiere oder sogar hocharktisch. Rein hocharktische Bedingungen dürften nun kaum irgendwo im Beringsmeer obwalten, und auch solche Kaltwassertiere wie die beiden *Asterias*-Arten dürften höchstens stellenweise im nördlichen Teil günstige Lebensbedingungen finden; ein häufiges Vorkommen dieser Arten ist demnach von vornherein ausgeschlossen. Das angrenzende Eismeer wie überhaupt das ganze Meer zwischen den Neusibirischen Inseln und Jones Sund ist nun so unvollständig untersucht, dass der Mangel an Funden nicht im Geringsten das Fehlen der Arten wahrscheinlich macht. Diese Tiere sind also in Wirklichkeit — wie die Arten der Gruppe I, 1 — an allen faunistisch untersuchten Küsten des Polarbassins nachgewiesen.

Aus dieser Möglichkeit der Zirkumpolarität folgt natürlich nicht, dass die Arten zirkumpolar sein müssen. Wie ich gleich zeigen werde, gibt es einige wenige Arten, welche ungefähr ebenso weit ost- und westwärts bekannt sind und welche wahrscheinlich auf der pazifischen Seite fehlen. Die Möglichkeit einer ähnlichen Verbreitung ist natürlich auch hier vorhanden. Besonders wahrscheinlich ist jedoch die Annahme der Zirkumpolarität in bezug auf *Gorgonocephalus*-Arten, welche von Jones Sund bis an die Neusibirischen Inseln bekannt sind (*G. eucnemis* nach Clark wahrscheinlich auch im pazifischen Gebiet; vgl. jedoch S. 133—134). Ziemlich wahrscheinlich ist diese Annahme auch für *Asterias linckii* und *A. panopla;* nach den bisherigen Beobachtungen würde die erstere weiter ostwärts, die letztere weiter westwärts vordringen.

Eine Art, welche nach den bisherigen Beobachtungen eine noch beschränktere Verbreitung als die vorigen Arten hat, aber doch ebenso gut wie sie zirkumpolar sein kann, ist *Trochoderma elegans*, bekannt von Nordostgrönland bis an die Neusibirischen Inseln; vor wenigen Jahren war diese Art nur vom Karischen Meer bekannt.

IV. Atlantische Arten.

Alle Arten, welche entweder auf das Nordmeer beschränkt oder mehr oder weniger weit östlich und westlich davon verbreitet sind, ohne das pazifische Gebiet zu erreichen, können in diesem Zusammenhang als atlantisch bezeichnet werden; wenn dieses Wort auch nicht ganz adäquat ist, so dürfte es doch umständlicheren Benennungen vorzuziehen sein.

1. Grönland—Nordmeer—westsibirische Arten.

A. Vier Echinodermen, *Pontaster tenuispinus*, *Pedicellaster typicus*, *Ophioscolex glacialis* und *Ophiocten sericeum*, haben nach den bisherigen Beobachtungen ungefähr dieselbe ost-westliche Verbreitung wie die zuletzt besprochenen Arten. Es mag eigentümlich erscheinen, sie getrennt von diesen zu behandeln. Doch ist ein wichtiger — leider

vorläufig nur theoretischer — Unterschied vorhanden. Die hier in Frage stehenden Arten sind auf der atlantischen Seite arktisch-boreal, mehr oder weniger eurytherm; wenn sie im Eismeer zirkumpolar sind, sollten sie daher auch im Beringsmeer vorkommen, was zweifellos nicht der Fall ist. Natürlich kann man die Möglichkeit nicht leugnen, dass diese Tiere in dem unerforschten Gebiet nördlich der Beringsstrasse leben und aus unbekannter Ursache das Beringsmeer und die Küsten südlich davon meiden; doch scheint es mir vorläufig erlaubt anzunehmen, dass die Verbreitung auf der pazifischen Seite unterbrochen ist. Besonders grosse Wahrscheinlichkeit hat diese Annahme in bezug auf *Pontaster tenuispinus* und (in noch höherem Grade) *Ophioscolex glacialis;* beide sind westwärts nur bis zur Westküste von Grönland bekannt, wo sie viel seltener als im Nordmeer zu sein scheinen, und sind östlich die erstere bis an die Ostküste der Taimyrhalbinsel, die letztere nur bis in das Karische Meer bekannt. *Pedicellaster typicus* hat dieselbe Verbreitung wie *O. glacialis*, ist aber viel seltener. *Ophiocten sericeum* ist in beiden Richtungen so weit verbreitet, als Untersuchungen vorgenommen worden sind; in diesem Falle hat man vielleicht ebenso guten Grund zu vermuten, dass die Art in Wirklichkeit zirkumpolar ist.

B. *Hathrometra prolixa* hat fast dieselbe ostwestliche Verbreitung wie *Ophioscolex glacialis* (Nordwestgrönland—Karisches Meer), ist aber hocharktisch. Da sie östlich vom Karischen Meer nicht bekannt ist, dürfte sie in diesem Zusammenhang zu erwähnen sein, obgleich die Verbreitung nach den bisherigen Funden zu urteilen nahe mit derjenigen der ebenfalls hocharktischen *Ophiopleura borealis* (s. oben) übereinstimmt. Man muss sowohl die Möglichkeit offen lassen, dass die erstere Art zirkumpolar, wie dass die letztere atlantisch ist.

2. Nordmeer—westgrönländische Arten.

Bathybiaster vexillifer und *Ophiopus arcticus* haben zweifellos ihre Hauptverbreitung im Nordmeer — wo sie im Osten die Grenzen des Tiefenbassins kaum überschreiten — kommen aber ausserdem in Westgrönland vor. Ebenso weit nach Osten nnd Westen dringt die auch im Atlantischen Ozean südlich vom Nordmeer lebende Art *Ophiactis abyssicola.* Unter den litoralen Arten ist *Psolus phantapus* nur von Westgrönland bis Nova Semlja bekannt; wenn er an der sibirischen Küste vorkommt — s. oben S. 161 — gehört er natürlich zur vorigen Abteilung. [Hieher gehören auch, nach den allerdings äusserst wenig beweisenden bisherigen Funden zu urteilen, *Ophioscolex purpureus* und *Pedicellaster palaeocrystallus,* wenn sie selbständige Arten darstellen.]

3. Nordmeer—westsibirische Arten.

Hymenaster pellucidus und *Elpidia glacialis* überschreiten die Grenzen des Nordmeeres in östlicher Richtung. Die erstere Art ist bis etwas östlich von K. Tscheljuskin (bis etwa 115° ö. L.) nachgewiesen worden; die letztere ist ostwärts vom Karischen Meer nicht bekannt und steht, wenn sie nicht weiter östlich verbreitet ist, den reinen Nordmeerarten ausserordentlich nahe. [Hieher auch *Molpadia arctica,* wenn eine selbständige Art.]

4. Nordmeerarten.

Neun Echinodermen, alle hocharktisch, sind nur aus dem Nordmeer bekannt. Die meisten von ihnen scheinen sogar auf das tiefe Nordmeerbassin beschränkt zu sein; dies

hängt jedoch offenbar nur damit zusammen, dass sie der abyssalen Fauna angehören. Diese Arten sind *Bathycrinus carpenteri*, *Tylaster willei*, *Kolga hyalina*, *Myriotrochus théeli*, *Acanthotrochus mirabilis*, *Irpa abyssicola*. Die übrigen Arten, *Solaster squamatus*, *Korethraster hispidus* und *Pourtalesia jeffreysi*, steigen in hocharktischen Gegenden auf das Kontinentalplateau hinauf; wenigstens die beiden letzteren leben daher auch im nordöstlichen, seichten Teil des Nordmeergebietes. *Solaster squamatus* ist nur vom Nordmeerbassin und dessen Rande bekannt, doch ist es nicht unwahrscheinlich, dass auch diese Art im nördlichen Teil des Barentsmeeres vorkommt. [Auch eine arktisch-eurytherme Art, *Phyllophorus drummondii*, ist nur vom Nordmeer und dessen südwestlichem Grenzgebiet bekannt, die Selbständigkeit gegenüber *P. pellucidus* ist jedoch zweifelhaft.]

Die hocharktischen Nordmeerarten haben ja unter allen bisher erwähnten Echinodermen die am meisten beschränkte ostwestliche Verbreitung. Und doch muss man die Möglichkeit offen lassen, dass diese Arten zirkumpolar sind. Sie steigen alle bis in grosse Tiefe hinab; da das Polarbassin faunistisch ganz unerforscht ist, kann man die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass sie in Wirklichkeit gar keine Nordmeerarten, sondern weit verbreitet im viel grösseren Polarbassin sind. Dies gilt natürlich zunächst von den 6 erstgenannten, abyssalen Arten, aber auch in kaum geringerem Grade von den drei übrigen, wenigstens *Korethraster hispidus* und *Pourtalesia jeffreysi;* sie sind zwar nicht abyssal, leben aber erst von einer Tiefe an, welche im Polarbecken fast ganz unerforscht ist.

Unter den übrigen atlantischen Arten können aus demselben Grund *Bathybiaster vexillifer* und *Elpidia glacialis* möglicherweise im Polarbassin vorkommen. Die übrigen leben auch in seichterem Wasser, und man könnte daher mit grösserer Sicherheit annehmen, dass sie wirklich »atlantisch» sind. In bezug auf die drei hocharktischen Arten *Hymenaster pellucidus*, *Ophiopus arcticus* und *Hathrometra prolixa* ist dieser Gedankengang jedoch nicht überzeugend; sie sind verhältnismässig so selten in seichtem Wasser, dass das Fehlen an den bisher untersuchten Küsten des Polarbassins nicht beweisend ist; übrigens ist zu bemerken, dass *Ophiopus arcticus* in der Polartiefe nördlich von Spitzbergen lebt (Grieg 1900), und dass *H. pellucidus* auffallend weit östlich an der sibirischen Küste bekannt ist.

V. Östliche Art.

Einige arktische Echinodermen wurden früher als rein östlich angesehen. Stuxberg (1882) rechnete *Asterias panopla*, *Asterias linckii* und *Poraniomorpha tumida* zu der seiner Meinung nach grossen Gruppe sibirischer Tiere, deren Westgrenze bei Novaja Semlja und Franz Josephs Land geht. Diese Arten sind indessen in westlicher Richtung wenigstens bis nach Grönland verbreitet, vielleicht sogar zirkumpolar.

Nach unseren heutigen Kenntnissen gibt es in der arktischen Fauna nur eine wirklich östliche Echinodermenart, und die Westgrenze derselben liegt nicht bei Novaja Semlja, sondern bei Spitzbergen. Diese Art ist *Cucumaria glacialis*. Sie ist gemein an der ganzen sibirischen Küste bis zum Beringssund und lebt westlich davon im nördlichen Teil des Barentsmeeres und in Ostspitzbergen; ferner lebt sie im pazifischen Gebiet (Ochotskisches Meer und Tataren-Golf, Britten 1907) (s. die Karte Fig. 50). Die Art ist hocharktisch; die hocharktischen Küsten westlich von Spitzbergen bis zum Be-

ringssund sind in faunistischer Hinsicht bei weitem nicht erschöpft; doch weist alles darauf hin, dass diese Art wirklich östlich ist.

VI. Westliche Arten.

Lütken (1857) unterschied eine Gruppe von »amerikanischen oder westlichen Arten» und rechnete dazu nicht weniger als 15 oder 16 Echinodermen. Die meisten haben sich später als weit verbreitet, grösstenteils als zirkumpolar herausgestellt. Zwei Arten, *Asterias polaris* (Verbreitung s. die Karte Fig. 51) und *Ophiura stuwitzii*, sind jedoch wirklich westlich; sie leben an der Westküste von Grönland und der Ostküste von

Fig. 50. *Cucumaria glacialis.*

Nordamerika, die letztere — wahrscheinlich auch *A. polaris* (als *A. camtschatica*), s. Östergren 1904 — ausserdem im Beringsmeer (s. z. B. Mortensen 1913, Clark 1911).

Zu dieser Gruppe gehört nach noch nicht veröffentlichten Untersuchungen von Hj. Östergren auch *Psolus fabricii* (Düb. & Kor.). Durch die Zuvorkommenheit Dr. Östergren's bin ich in der Lage, die nachstehenden von ihm verfassten Bemerkungen über die Verbreitung dieser Art mitzuteilen:

»*Psolus fabricii* (Düb. et Kor.) wurde bisher als zirkumpolar betrachtet, in den grossen von mir untersuchten Sammlungen liegt diese Art jedoch nur aus dem arktischen Meeresgebiet des östlichen Nordamerikas vor, wo sie an den Küsten West-Grönlands, Labradors usw. ziemlich häufig vorkommt. Ausserdem sah ich 2 Exemplare, die angeblich aus Island stammen, muss aber die Ortsangabe vorläufig als nicht ganz sicher betrachten. Die Mitteilungen über das Vorkommen dieser Art in anderen Gegenden beruhen überall, wo ich die Bestimmung nachprüfen konnte, auf einer Verwechslung mit anderen Arten: *P. phantapus* (Struss.), *P. japonicus* Östergr. usw. (Junge Exemplare

von *P. phantapus* sind nach den vorliegenden Beschreibungen in der Tat von *P. fabricii* nicht zu scheiden, es bestehen jedoch, wie ich anderswo zeigen werde, bisher unbeachtete Unterschiede, die stets eine sichere Bestimmung ermöglichen.)» — Mehrere ältere Autoren und in neueren Zeit Britten (1907) erwähnen *P. fabricii* aus dem pazifischen Gebiet; auch diese Angaben scheinen jedoch nach dem Obigen nicht als sicher angesehen werden zu können.

VII. Pazifisch—westgrönländisch—sibirische Art.

Cucumaria calcigera hat eine sehr eigentümliche und interessante Verbreitung. Nach Mortensen (1910) wäre sie vom sibirischen Eismeer nicht bekannt und daher

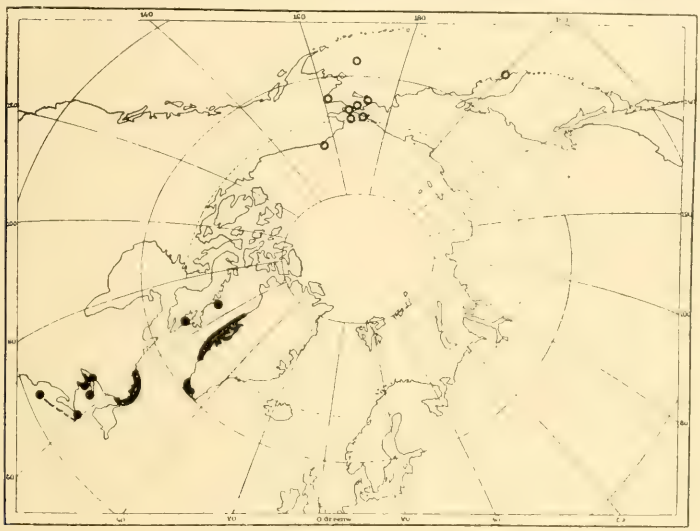


Fig. 51. ● *Asterias polaris*, ○ *A. camtschatica*.

nicht zirkumpolar. Dies ist jedoch unrichtig, denn sie ist bei den Neusibirischen Inseln nachgewiesen worden, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass sie kontinuierlich von Novaja Semlja bis in das pazifische Gebiet verbreitet ist, wo sie sowohl an der Ost- wie an der Westküste lebt; ausserdem findet sie sich an der Westküste von Grönland und an der Ostküste von Nordamerika (s. Ludwig 1900, ferner Whiteaves 1901, Clark 1901 a, Kalischewskij 1907, Edwards 1907, Mortensen 1913). Trotzdem ist sie nicht zirkumpolar, denn sie fehlt im ganzen Nordmeer, zwischen Novaja Semlja und der Südspitze von Grönland (da sie sowohl im pazifischen Gebiet wie im westlichen Teil des atlantischen Ozeans lebt, könnte sie vielleicht, streng genommen, als diskontinuierlich zirkumpolar bezeichnet werden, sie unterscheidet sich jedoch wesentlich von allen zirkumpolaren Arten).

VIII. Pazifische Arten.

Da die Fauna des arktisch-pazifischen Gebietes ökologisch, teilweise auch systematisch wenig bekannt ist, und die Tiergeographie dieser Gegenden wenig mit dem Gegenstand dieser Arbeit zu tun hat, will ich nur der Vollständigkeit wegen einige Bemerkungen über die pazifischen Formen hinzufügen.

Von den sehr zahlreichen rein pazifischen Echinodermen sind die weitaus meisten mehr oder weniger südlich und fallen daher hier ausser Betracht. Einige rein arktische Arten sind nicht bekannt. An den dem Eismeer benachbarten Küsten dürften wohl solche kaum vorhanden sein, wenn nicht *Antedon arctica* A. H. Clark (1908) eine solche Art sein sollte; diese Art ist nur von einem einzigen Fundort an der Nordküste Alaskas bekannt. In der kalten Area des Ochotskischen und Japanischen Meeres mögen solche Echinodermen existieren (z. B. *Ophiura brachyactis* H. L. Clark und *oediplax* H. L. Clark [1911]; doch nur vereinzelte Funde bekannt). Auch einige pazifische Abyssalarten sind vielleicht als arktisch zu bezeichnen (*Ophiura bathybia* H. L. Clark 1911).

Die meisten im Beringsmeer lebenden Arten scheinen auf das Übergangsgebiet beschränkt zu sein und nicht in die arktische Region einzudringen. Einige Arten treten jedoch unter arktischen Bedingungen auf und können somit den arktisch-borealen Arten des Nordmeeres gleichgestellt werden. Solche sind vor allem die an der Küste von Alaska nördlich der Beringsstrasse gefundenen Arten *Solaster dawsoni* Verrill (s. Fisher 1911), *Ophiopenia disacantha* H. L. Clark, *Amphiodia craterodmeta* H. L. Clark, *Gorgonocephalus caryi* Lym. (s. H. L. Clark l. c.) (ferner einige *Asterias*-Formen: *A. camtschatica* Brandt, *A. cribraria* Stimpson, *Leptasterias arctica* Murd.; wahrscheinlich jedoch mit *A. polaris* bzw. *mülleri* identisch oder aufs nächste verwandt). Eine spezielle Gruppe bilden die Arten, welche in die kalte Tiefe des Ochotskischen und Japanischen Meeres, teilweise auch des Beringsmeeres hinabdringen. Clark erwähnt mehrere dort gefundene Ophiuriden; viele sind vielleicht nur zufällig im kalten Wasser beobachtet worden; jedoch scheinen wenigstens *Ophiura leptoctenia* H. L. Clark und *quadrispina* H. L. Clark dort gemein zu sein.

Die Ursachen der verschiedenen Verbreitung. Herkunft der Arten.

Die Verbreitung eines Tieres wird durch drei verschiedene Hauptursachen bestimmt: das Ursprungszentrum der Art; äussere Hindernisse, welche der Ausbreitung in gewissen Richtungen im Wege stehen; klimatische bzw. hydrographische Verhältnisse. Die Verbreitung der Echinodermen in nord-südlicher Richtung wird nach meiner oben dargelegten Auffassung in den grossen Zügen durch die letztgenannten Bedingungen bestimmt. Die Ursachen der verschiedenen ostwestlichen Verbreitung sind sehr komplizierter Natur, auch hierin üben jedoch die klimatischen Verhältnisse, besonders die Temperaturverhältnisse, einen wichtigen Einfluss aus.

Es ist zunächst klar, dass alle kontinuierlich zirkumpolaren Arten ihr Vorkommen an allen Küsten rings um den Nordpol ihrem Vermögen, hocharktische Bedingungen zu ertragen, verdanken. Ihr Verhalten zu anderen Bedingungen hat in diesem Zusammenhang keine Bedeutung; daher findet man unter diesen Echinodermen sowohl arktisch-boreale wie arktische (panarktische, wahrscheinlich auch hocharktische) Arten.

Die drei unzweifelhaft diskontinuierlich zirkumpolaren Arten, *Chirodota laevis*, *Solaster endeca* und *Ophiopholis aculeata*, sind niederarktisch bzw. niederarktisch-boreal; sie meiden also hocharktische Bedingungen. Die Diskontinuität in der Verbreitung ist eben eine Folge davon; sie fehlen in den hocharktischen Eismeeren, welche auf beiden Seiten das pazifische vom atlantischen Gebiet trennen. Wie in andern ähnlichen Fällen wird die gegenwärtige Verbreitung durch die Annahme erklärt, dass in einer früheren, wärmeren Periode die heutigen Lücken (jedenfalls die eine), nicht existierten (vgl. besonders Appellöf 1906, p. 207, 1912, p. 553, Mortensen 1910, p. 299). Die hier fraglichen Arten sind jedoch keine so ausgesprochenen Wärmetiere, dass man ihre Verbreitung als einen Beweis eines früher wärmeren Klimas ansehen kann; diese Annahme ist aber bekanntlich durch andere Tatsachen hinreichend gestützt. — Die erwähnten Autoren nehmen an, dass die Verbindung postglazialen Alters ist; nach Appellöf kann man jedoch die Möglichkeit nicht abweisen, dass die Trennung der Verbreitungsgebiete schon am Anfang der Eiszeit stattfand. Diese Frage dürfte in der Tat ziemlich kompliziert sein. Es ist gar nicht unwahrscheinlich, dass viele Tiere mit dieser Verbreitung sowohl in der Tertiärzeit wie während der Interglazialperioden kontinuierlich zirkumpolar waren; auch in diesem Falle hat man jedoch guten Grund zu vermuten, dass eine letzte Verbindung zwischen dem atlantischen und dem pazifischen Verbreitungsgebiet während der postglazialen Wärmezeit zustande kam. Genauerer Aufschluss hierüber dürfte durch weitere Beobachtungen über die subfossile Molluskenfauna an den Küsten des sibirischen und amerikanischen Eismeers zu gewinnen sein.

Bei den im Beringsmeer fehlenden, aber vielleicht trotzdem zirkumpolaren Arten (Gruppe II), ist, wenn sie zirkumpolar sind, an ihrem Fehlen im pazifischen Gebiet südlich der Beringsstrasse die Eigenschaft schuld, dass sie ausgesprochene Kaltwassertiere sind.

Unter den atlantischen Arten gibt es — selbstverständlich von den hier nicht behandelten südlichen Tieren abgesehen — keine Warmwasserart, und das Fehlen auf der pazifischen Seite ist daher, soweit man gegenwärtig beurteilen kann, unabhängig von klimatischen Bedingungen (was die hocharktischen Arten betrifft, darf man jedoch auch in diesem Zusammenhang die Möglichkeit nicht ausser acht lassen, dass einige im Polarbassin vorkommen können und möglicherweise nur von den Temperaturverhältnissen abgehalten werden, in das Beringsmeer einzudringen). Das Fehlen der hocharktisch-abyssalen Arten östlich und westlich vom Nordmeer bedarf ja keiner weiteren Erklärung. Sonst ist es fast unmöglich, über die Ursachen der beschränkten Verbreitung einige Vermutungen zu äussern, ehe sowohl die Lage der Ost- und Westgrenzen wie die Biologie der Tiere (pelagische Larven oder nicht usw.) besser bekannt ist. Es muss offen gelassen werden, ob sie durch ungünstige Bedingungen nicht klimatischer Natur oder durch mangelnde Verbreitungsmöglichkeiten verhindert werden, sich weiter auszubreiten (oder ob einige möglicherweise noch in der Ausbreitung begriffen sind). In einzelnen Fällen (*Ophioscolex glacialis*, *Pontaster tenuispinus*) ist es nicht unmöglich, dass der niedrige Salzgehalt des sibirischen und amerikanischen Eismeers die Tiere von diesen Gebieten fernhält und ein Hindernis gegen ihre Verbreitung bis zum Beringsmeer bildet, wo sie vielleicht gute Lebensbedingungen finden würden. Besonders eigentümlich ist die Verbreitung von *Ophiocten sericeum*. Wenn diese Art im Polarbassin zirkumpolar

ist, erscheint es sehr merkwürdig, warum sie nicht in das Beringsmeer eindringt; wenn sie nur ungefähr die jetzt bekannte Verbreitung hat, ist es schwer verständlich, warum sie östlich so weit bis an die Neusibirischen Inseln, aber nicht weiter vordringt.

Die Ursachen der beschränkten Verbreitung von *Cucumaria calcigera* sind ebenfalls in Dunkel gehüllt. Die Ostgrenze oder wenigstens das Fehlen östlich von Ostgrönland könnte in ungefähr derselben Weise wie für die unten besprochenen westlichen Arten gedeutet werden; dagegen erscheint es bis auf weiteres rätselhaft, warum die Art von Osten bis nach Novaja Semlja aber nicht in das Barentsmeer vordringt.

Besser gelingt es, die beschränkte Verbreitung der östlichen und westlichen Arten zu erklären.

Die genaue Lage der Westgrenze von *Cucumaria glacialis* wird durch klimatische Bedingungen bestimmt; sie dringt im Barentsmeer und Spitzbergengebiet eben so weit nach Westen vor, als hocharktische Bedingungen zu finden sind, und es ist durchaus nicht unmöglich, dass sie am Ende der Eiszeit in Westspitzbergen und an der skandinavischen Küste gelebt hat (natürlich ist es auch möglich, dass sie ein späterer Einwanderer ist). Die allgemeine Westgrenze ist dagegen nicht klimatischer Natur; schon in Nordostgrönland würde das Tier wieder günstige Temperaturbedingungen finden. Das Meer zwischen Spitzbergen und Grönland — und das Meer zwischen den Britischen Inseln und Grönland, wenn die Art möglicherweise während der Eiszeit an den ersteren gelebt hat — bildet jetzt — und bildete wohl während der ganzen Quartärperiode — eine für *C. glacialis* unübersteigliche Schranke. Sie ist nämlich eine ausgesprochene Seichtwasserart, nie in grössere Tiefe als bis 250 m, meist nur bis etwa 100 m hinabsteigend. Ein Transport der Larven ist ganz ausgeschlossen, denn die Art ist, wie zuerst Levinsen (1886, die Art als *C. minuta* bezeichnet) nachgewiesen hat, brutpflegend. Diese Tatsachen erklären natürlich nicht, warum sich das Tier nicht der amerikanischen Eismeerküste entlang verbreitet hat; solange weder die Lebensbedingungen in diesem Gebiet noch die Lage der Ostgrenze bekannt sind, hat man aber keine Ursache, sich hierüber den Kopf zu zerbrechen.

Die Ostgrenze von *Asterias polaris* und *Ophiura stuwitzii*, welche östlich von Westgrönland nicht bekannt sind und jedenfalls in Nordostgrönland und östlich davon fehlen, kann etwa in ähnlicher Weise erklärt werden. Soviel ich weiss, ist es nicht bekannt, ob diese Arten pelagische Larven haben oder nicht. Diese Frage hat jedoch in dieser Beziehung keine entscheidende Bedeutung, denn es gibt, wie Appellöf (1906) in bezug auf einige decapode Crustaceen mit ähnlicher Verbreitung hervorhebt, keine arktischen Ströme, durch welche die westlichen Arten sich ostwärts verbreiten könnten. Dagegen könnte man erwarten, dass die erwachsenen Tiere der Küste entlang zunächst bis nach Nordostgrönland hätten wandern können. Appellöf (l. c.) denkt sich, dass auch die Wanderungen der Erwachsenen durch die Stromrichtung beeinflusst werden; sie würden sich nicht oder nur mit Schwierigkeiten von Südgrönland der Ostküste entlang, wo der ostgrönländische Polarstrom in nordsüdlicher Richtung verläuft, verbreiten können. Diese Erklärung ist wohl eigentlich nur ein Notbehelf und stösst jedenfalls auf Schwierigkeiten. Was die Echinodermen betrifft, dürfte das Fehlen in Nordostgrönland wahrscheinlich darauf beruhen, dass sie die dortigen Verhältnisse nicht er-

tragen; beide Arten fehlen auch in Nordwestgrönland, bei Ellesmere Land und im Jones Sund und sind überhaupt nie unter hocharktischen Bedingungen angetroffen worden. Wenn diese Erklärung richtig ist, so ist es sehr wahrscheinlich, dass die beiden Arten früher, z. B. in der postglazialen Wärmezeit, als noch mehr ausgeprägte Wärmetiere dort vorkamen, in Nordostgrönland gelebt haben. Auch bei dieser Annahme ist es kaum überraschend, dass sie nicht weiter östlich leben, bei Spitzbergen, im nördlichen Skandinavien usw. Sowohl *Asterias polaris* wie *Ophiura stuwitzii* sind ebenso ausgesprochene Flachseearten wie *Cucumaria glacialis*, nie in grösserer Tiefe als 200 bzw. 100 m auftretend; die erwachsenen Tiere können unmöglich bis in den östlichen Teil des Nordmeeres gelangen. Ich komme also zu dem Ergebnis, dass für die Ostgrenze von *A. polaris* und *O. stuwitzii* ganz dasselbe wie für die Westgrenze von *C. glacialis* gilt: die genaue Lage der Grenze wird wahrscheinlich durch klimatische Bedingungen, die allgemeine Grenze durch mangelnde Verbreitungsmöglichkeiten bestimmt. — Die Westgrenze dieser Arten ist dagegen, wenn meine Auffassung ihrer Thermopathie richtig ist, lediglich klimatischer Natur. Die Sache ist jedoch ziemlich kompliziert; wir wissen nicht, warum sie nicht früher (prä-, inter- oder postglazial) längs der sibirischen Küste vorgedrungen sind; wäre dies der Fall, so müssten sie wohl jetzt in den niederarktischen und boreoarktischen Teilen des Nordmeeres fortleben.

Die letzten Erörterungen streifen eine Frage, deren Beantwortung ich jetzt versuchen will, die Frage nämlich, in welcher Ausdehnung die heutige Verbreitung rings um den Pol Schlüsse auf die Herkunft und die ursprüngliche Heimat der Arten erlaubt.

In Anbetracht der gewaltigen Klimaveränderungen nach der Tertiärzeit hat man kein Recht vorauszusetzen, dass jede Art innerhalb der Grenzen ihrer heutigen Verbreitung entstanden ist. Von rein theoretischen Gesichtspunkten aus könnte man es sogar ganz aussichtslos finden, nach der Herkunft der Arten zu forschen. Eine Art mit beschränkter Verbreitung kann in einem ganz andern Gebiet entstanden sein, der heutige Verbreitungsbezirk kann der Rest einer früher sehr ausgedehnten Verbreitung sein; man darf, wie z. B. Engler (Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt, 1879—1882) wiederholt hervorhebt, »nie vergessen, dass es zweierlei Endemismus gibt, einmal einen solchen, der auf der Erhaltung alter Formen beruht, die in ganz andern Gebieten entstanden sein können, und dann einen solchen, der auf der Entwicklung neuer, vollkommen autochthoner Formen beruht».

Was die Echinodermen der arktischen Region betrifft, ist es sehr wohl möglich, dass sie teilweise nicht gerade innerhalb der jetzigen Verbreitungsgebiete, sondern in benachbarten Gegenden entstanden sind; an den Eismeerküsten in der Nähe der Beringsstrasse vorkommende Arten können vom Stillen Ozean stammen, obgleich sie dort jetzt nicht vorhanden sind, usw. Die Möglichkeit einer Entstehung in einem ganz anderen, weit entfernten Meeresgebiet scheint mir jedoch hierbei ziemlich ausgeschlossen zu sein. Wenn etwa die pazifischen Arten aus dem atlantischen, die atlantischen Arten aus dem pazifischen Gebiet, die westlichen Arten aus den östlich-atlantischen, die östliche Art *C. glacialis* von den westlich-atlantischen Küsten stammen, so ist nicht einzusehen, warum sie jetzt nicht mehr im Ursprungsgebiet fortleben sollten; eine Klimaveränderung,

wodurch eine Art vollständig auf der einen Seite des Polarbeckens, sowohl in der arktischen wie in der warmen Region, und zwar gerade innerhalb des Entstehungszentrums ausgestorben wäre, kann man unmöglich annehmen. Ferner werden die Ost- und Westgrenzen, wie ich oben nachgewiesen habe, in mehreren Fällen durch die Unmöglichkeit einer weiteren Ausdehnung des Gebietes in der einen oder anderen Richtung bedingt; dann ist es ja besonders unwahrscheinlich, dass der Ursprung in einer ganz anderen Gegend liege. Natürlich kann man die Möglichkeit nicht bestreiten, dass einzelne Arten eine alle theoretischen Erwägungen umwälzende Verbreitungsgeschichte haben können; bis auf weiteres kann man jedoch von der Voraussetzung ausgehen, dass der Ursprung der arktischen und arktisch-borealen Echinodermen in dem Verbreitungsbezirk oder in einem angrenzenden Meeresgebiet zu suchen ist.

Im einzelnen lässt sich über die Herkunft dieser Echinodermen folgendes sagen:

1. Die östliche Art *Cucumaria glacialis* stammt zweifellos nicht aus dem Nordmeer oder atlantischen Ozean, weil sie dort trotz günstigen klimatischen Bedingungen nicht westlich von Spitzbergen lebt, sondern aus Gebieten östlich davon; ob aus dem Stillen Ozean — wo sie erst vor wenigen Jahren entdeckt wurde — oder aus dem Eismeer, ist unmöglich zu wissen; ersteres ist durchaus nicht unwahrscheinlich.

2. Von den westlichen Arten *Asterias polaris*, *Ophiura stuwitzii* und *Psolus fabricii* kann man mit Sicherheit behaupten, dass sie nicht von den östlichen Küsten des atlantischen Ozeans oder aus dem Sibirischen Eismeer stammen. Ob der Ursprung an der Westküste des atlantischen Ozeans, im Stillen Ozean oder in den zwischenliegenden Gebieten zu suchen ist, kann nicht entschieden werden. Östergren (1904) hat von *A. polaris* angenommen, sie stamme aus dem pazifischen Ozean; diese Annahme ist nicht unwahrscheinlich, und auch *O. stuwitzii* und wohl *P. fabricii* können nach den oben entwickelten Grundsätzen aus diesem Gebiet stammen, obgleich sie südlich der Beringsstrasse nicht bekannt sind. Ich kann mich also der Ansicht von Mortensen (1910) nicht anschliessen, nach welcher der Ursprung von *A. polaris* und *O. stuwitzii* in das Meer westlich von Grönland zu verlegen ist.

3. *Cucumaria calcigera* stammt zweifellos nicht aus dem Nordmeer oder von der östlichen Seite des atlantischen Ozeans. Da die Art im nördlichen Stillen Ozean weit verbreitet ist, kann man mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass sie dort entstanden und sich beiderseits längs der Küsten des Polarbassins verbreitet hat.

4. Die atlantischen Arten sind zweifellos irgendwo im atlantischen Ozean (inkl. Nordmeer) oder möglicherweise in den angrenzenden Teilen des Polarbassins entstanden. Mit besonderer Sicherheit ist dieser Ursprung für die vier arktisch-borealen Arten *Pontaster tenuispinus*, *Pedicellaster typicus*, *Ophioscolex glacialis* und *Ophiocten sericeum* anzunehmen. Wenn die hocharktischen Tiefenarten überall im Polarbassin verbreitet sind, kann man auf Grund der Verbreitung die Möglichkeit pazifischen Ursprunges nicht ausschliessen.

5. Die im pazifischen Gebiet fehlenden Kaltwasserarten der Gruppe III können atlantischen Ursprunges sein; da sie vielleicht zirkumpolar sind, können sie auch vom Stillen Ozean stammen, obgleich sie jetzt nicht dort leben (in bezug auf *Gorgonocephalus eucne-*

mis ist zu bemerken, dass er mit einer pazifischen Art, *G. caryi*, nahe verwandt zu sein scheint).

In bezug auf die zahlreichen zirkumpolaren Arten kann man aus der Verbreitung und besonders aus unseren heutigen Kenntnissen derselben keine Schlüsse über den Ursprung ziehen (die Verbreitung von *Cucumaria frondosa*, *Lophaster furcifer* und besonders *Ctenodiscus crispatus* scheint mir allerdings eine pazifische Entstammung wahrscheinlich zu machen; darauf kann ich jedoch hier nicht näher eingehen; *Strongylocentrotus droebachiensis* ist sicher pazifischer Herkunft, vgl. unten). Das Problem des Ursprungs muss hier auf anderen Wegen verfolgt werden, durch eingehende systematische und vergleichend-tiergeographische Untersuchungen, welche ganz aus dem Rahmen dieser Arbeit fallen; solche Untersuchungen sind auch nötig, um den aus der Verbreitung gezogenen Schlüssen kräftigeren Rückhalt zu geben.

Unter den neueren Autoren hat Mortensen (1910) die Frage nach dem Ursprung der arktischen und arktisch-borealen Echinodermen verhältnismässig eingehend behandelt; er berücksichtigt nur die grönländische Fauna und die Wege, auf welchen die Arten nach Grönland gelangt sind; daraus ergeben sich aber direkt oder indirekt Folgerungen von allgemeiner Gültigkeit. Mortensen stützt sich, wie ich es oben getan habe, ausschliesslich auf die heutige Verbreitung der Arten, zieht aber daraus viel weitgehendere Schlussfolgerungen, z. B. auch in bezug auf zirkumpolare Arten. Wie schon aus dem Obigen hervorgeht, kann ich die Berechtigung derselben nicht anerkennen; wegen der grossen Bedeutung, welche den Ansichten dieses vorzüglichen Echinodermenkenners beigelegt werden muss, dürfte eine Prüfung seiner Resultate im Einzelnen nicht überflüssig sein.

Unter den »litoralen» (im weitesten oder richtiger allzu weiten Sinne des Wortes, auch alle eurybathen Arten inbegriffen) Echinodermen von Grönland unterscheidet Mortensen folgende vier Gruppen.

1. »Endemische Arten»: *Asterias polaris* und *Ophiura stuwitzii;* diese habe ich schon oben besprochen.

2. »Atlantisch boreale Arten»: *Asterias mülleri, Solaster endeca* und *Psolus phantapus*, ferner (»to which must be added») *Solaster papposus, Henricia sanguinolenta, Ophiura sarsii, Ophiacantha bidentata, Phyllophorus pellucidus.* Über den Ursprung dieser Arten wird nichts gesagt; nach der Benennung zu urteilen, und da sie von der folgenden Gruppe getrennt werden, sollen sie wohl aus dem atlantischen Ozean stammen und Grönland von Süden her erreicht haben. Von diesen Arten ist indessen nur *Psolus phantapus* atlantisch; die übrigen sind zirkumpolar und können also aus dem Stillen Ozean stammen. Boreal ist keine dieser Arten ausser der Hauptform von *Asterias mülleri.*

3. Nordmeerarten (»belonging to the Northern Sea»): *Solaster syrtensis* (»*glacialis*»), *S. squamatus, Pteraster pulvillus, P. obscurus, Poraniomorpha tumida, Pedicellaster palaeocrystallus, Asterias panopla, A. linckii,* ferner *Asterias groenlandica, Stichaster albulus, Lophaster furcifer, Ophiocten sericeum, Ophioscolex glacialis, Gorgonocephalus eucnemis, G. agassizi.* Von diesen Arten wird ausdrücklich gesagt, dass sie wahrscheinlich zuerst nach der Ostküste von Grönland gelangt sind »and from there partly spread northwards or southwards (or both) along the coast, some of the latter reaching to the American

Coast». Meiner Auffassung nach bilden die aufgezählten Arten eine sehr heterogene Gesellschaft. Eine Art, *Solaster squamatus*, scheint eine reine Nordmeerart zu sein. *Pedicellaster palaeocrystallus*, *Ophiocten sericeum* und *Ophioscolex glacialis* sind atlantisch (Westgrönland—Westsibirien); dass sie in der angegebenen Weise der grönländischen Küste entlang gewandert seien, kann höchstens als wahrscheinlich bezeichnet werden (was die letztgenannte Art betrifft, darf man nicht vergessen, dass sehr nahe verwandte Formen westatlantisch bis Westindien leben), und man hat jedenfalls keine Ursache, sie so scharf von der »atlantisch-borealen» Art *Psolus phantapus* zu trennen. Die übrigen 11 Arten der Gruppe sind entweder zirkumpolar oder gehören zu den im Beringsmeer fehlenden, aber trotzdem vielleicht zirkumpolaren Tieren.

4. »Arten pazifischen Ursprungs»: *Ophiura nodosa*, *Chirodota laevis*, *Cucumaria calcigera*, *Psolus fabricii*, wahrscheinlich auch *Strongylocentrotus droebachiensis*, *Heliometra eschrichtii*, *Pteraster militaris*, *Myriotrochus rinkii*, *Phyllophorus pellucidus*, *Cucumaria frondosa*. Unter diesen Arten hat, wie ich oben bemerkt habe, *Cucumaria calcigera* eine Verbreitung, welche eine pazifische Herkunft wahrscheinlich macht; auch *Psolus fabricii* kann denselben Ursprung haben. Die übrigen sind zirkumpolar; ich halte es selbst für wahrscheinlich, dass wenigstens einige aus dem Stillen Ozean stammen; aus der Verbreitung lässt sich aber diese Annahme nicht beweisen. Mortensen findet es wahrscheinlich, dass alle diese Arten vom pazifischen Gebiet in östlicher Richtung gewandert sind. Wenn sie aus dem Stillen Ozean stammen, ist es wohl wahrscheinlich, dass sie die Westküste von Grönland auf diesem Weg erreicht haben, nach Mortensen wären sie aber überhaupt nur in dieser Richtung gewandert. Diese Ansicht kann unmöglich richtig sein. *Ophiura nodosa*, *Heliometra eschrichtii*, *Pteraster militaris* und *Myriotrochus rinkii* sind kontinuierlich zirkumpolar, und es liegt offen zu Tage, dass sie, wo auch der Ursprung zu suchen sei, beide Verbindungswege zwischen dem pazifischen und dem atlantischen Gebiet gebraucht haben; dasselbe gilt von der unzweifelhaft pazifischen *Cucumaria calcigera*, welche nach Grönland von Westen, nach dem Karischen Meer von Osten gelangt sein muss. *Phyllophorus pellucidus* hat ebenfalls beide oder jedenfalls den sibirischen Weg benutzt.

Strongylocentrotus droebachiensis, dessen Verbreitung als eine spezielle Stütze für die Hypothese angeführt wird, ist zweifellos pazifischen Ursprungs. Dieser Schluss wird jedoch nicht aus der heutigen Verbreitung der Art, sondern aus der Verbreitung der Gattung und der ganzen Unterfamilie *Strongylocentrotinæ* gewonnen (s. Döderlein 1906, vgl. Mortensen 1903, 1907). Im übrigen gilt von dieser Art, dass die Verbreitung an der sibirischen Küste gar nicht sicher unterbrochen ist. Wenn dies der Fall ist, so folgt daraus keineswegs, dass sie sich vom Beringsmeer nur der amerikanischen Nordküste entlang verbreitet hat; sie kann ja früher, unter anderen Bedingungen, auch am östlichen Teil der sibirischen Küste gelebt haben; ein Blick auf die Verbreitungskarte von *S. droebachiensis* (S. 139) genügt, um das Unwahrscheinliche in der Annahme darzulegen, die Art sei noch bis an die Küste von Osttaimyr von Westen gekommen. Wenn solche Schlüsse überhaupt erlaubt wären, hätte man mehr Ursache anzunehmen, dass z. B. *Cucumaria frondosa* nur den westlichen Verbindungsweg zwischen dem pazifischen und dem Atlantischen Ozean benutzt hätte; doch steht nichts der Möglichkeit

im Wege, dass diese Art, wie die diskontinuierlich zirkumpolaren Wärmearten, früher an der sibirischen Küste gelebt hat (prä-, inter- oder postglazial oder zu mehreren Zeiten).

MORTENSEN macht schliesslich auf eine Tatsache aufmerksam, welche wohl die Hypothese des pazifischen Ursprungs stützen soll: »It is a very remarkable fact that so great a number of these species do not appear to have reached down along the East Coast of Greenland». Eine Erklärung sei schwierig zu finden; die klimatischen Bedingungen können kaum in Frage kommen. Es handelt sich indessen nur um vier Arten, *Ophiura nodosa*, *Chirodota laevis*, *Psolus fabricii* und *Cucumaria calcigera*. In bezug auf die letztgenannte Art ist dieser Gedankengang richtig, sonst aber kaum. *C. laevis* (und möglicherweise *P. fabricii?*) wird wahrscheinlich nur durch die klimatischen Bedingungen von dieser Küste abgehalten und kann sehr wohl früher dort gelebt haben; das Fehlen von *O. nodosa* scheint mir nicht sichergestellt zu sein.

Die Verbreitung der Echinodermen im Spitzbergengebiet.

Um die Verbreitung der Echinodermen in den Gewässern von Spitzbergen zu verstehen, muss man die allgemeine tiergeographische Stellung der Arten kennen; ich lasse daher eine Übersicht dieser Verbreitung erst hier folgen. Da MICHAILOVSKIJ (1902) eine verhältnismässig ausführliche und nach allerdings wichtigen Einschränkungen brauchbare Darstellung hierüber veröffentlicht hat, will ich dieses Thema nur kurz behandeln.

Aus demselben Grund gehe ich nicht näher auf die hydrographischen Eigentümlichkeiten der verschiedenen Gebiete der Inselgruppe ein, sondern verweise zu näherer Orientierung auf meine Bearbeitung der decapoden Crustaceen des Eisfjords (später in dieser Serie). Hier sei nur darauf hingewiesen, dass die Westküste von atlantischem Wasser bespült wird; Nord- und Ostspitzbergen sind grösstenteils hocharktisch; der Nordküste der westlichen Insel entlang und (von Süden her) in den Storfjord dringen jedoch schwache Äste von abgekühltem Golfstromwasser vor, weshalb die Bedingungen hier nicht rein hocharktisch sind. Die nordwestliche Ecke bildet ein Übergangsgebiet; wenigstens die offene Küste schliesst sich am nächsten der Westküste an (da dieses kleine Gebiet verhältnismässig gut untersucht ist, habe ich es im Speziellen Teil gesondert betrachtet und als »Nordwestspitzbergen» bezeichnet).

Unterhalb des atlantischen Spitzbergenstromes wird der Boden des westlichen Küstenabhangs von dem kalten Bodenwasser des Nordmeeres bedeckt; von 400 bis 600 m an begegnet man daher hier einer hocharktisch-abyssalen Fauna. Von diesem Gebiet sehe ich hier in Übereinstimmung mit MICHAILOVSKIJ ab. Auch auf die Fauna der Beeren Eiland-Bank gehe ich nicht näher ein; dieses Gebiet schliesst sich faunistisch den Bänken von Westspitzbergen an, weist aber einige südliche Elemente auf.

Die Gesamtzahl der aus den Küstengebieten von Spitzbergen bekannten Echinodermen beträgt 42. MICHAILOVSKIJ (der das Vorkommen einer Art, *Solaster squamatus*, nicht kannte) verzeichnet 48 oder 47 Arten; aus seiner Liste müssen aber folgende Species als Synonyme oder unrichtig bestimmt gestrichen werden: *Cucumaria minuta* (= *C. frondosa*, s. oben S. 155), *Phyllophorus drummondii* (von *P. pellucidus* getrennt? Wenigstens die Funde in Spitzbergen [nur Storfjord] unsicher), »*Orcula*(*?*) sp.», *Psolus fabricii*

= *P. phantapus*, s. oben S. 256), *Ankyroderma jeffreysii* (= *Molpadia borealis*, s. S. 215), *Antedon quadrata* (= *Heliometra eschrichtii*, s. oben S. 9), *Antedon tenella* (= *Hathrometra prolixa*, s. oben S. 247). (Über einige früher obgleich gewiss mit Unrecht für Spitzbergen angegebene Ophiuriden s. Grieg 1900 und oben S. 247).

Von diesen Arten sind folgende 34 für West- und Ostspitzbergen gemeinsam (zweifellos auch Nordspitzbergen, obgleich einzelne dort nicht gefunden sind): *Heliometra eschrichtii, Pontaster tenuispinus, Ctenodiscus crispatus, Poraniomorpha tumida, Solaster pappposus, S. endeca, S. syrtensis, Lophaster furcifer, Pteraster militaris, P. obscurus, Henricia sanguinolenta, Stichaster albulus, Asterias groenlandica, A. hyperborea, A. linckii, A. panopla, Ophiura sarsii, O. robusta, O. nodosa, Ophiocten sericeum, Ophiopholis aculeata, Amphiura sundevalli, Ophiacantha bidentata, Ophiopus arcticus, Ophioscolex glacialis, Gorgonocephalus agassizi, G. eucnemis, Strongylocentrotus droebachiensis, Chirodota laevis, Myriotrochus rinkii, Eupyrgus scaber, Cucumaria frondosa, Phyllophorus pellucidus* (inkl. *drummondii*), *Psolus phantapus*. Alle diesen Arten ausser *Solaster syrtensis, Ophiopus arcticus, Gorgonocephalus eucnemis* und *Phyllophorus pellucidus* sind aus dem Eisfjord bekannt.

Die übrigen 8 Arten sind nur vom östlichen oder auch nördlichen Teil des Gebietes bekannt; sie haben folgende Verbreitung:

Hathrometra prolixa, Pteraster pulvillus, Hymenaster pellucidus, Pedicellaster typicus, Ophiopleura borealis, Trochostoma boreale: Nord- und Ostspitzbergen oder (*O. borealis*) nur Ostspitzbergen; nicht Storfjord.

Cucumaria glacialis: Ostspitzbergen, auch Storfjord.

Solaster squamatus: 1 Fundort SO. vom Südkap.

Ostspitzbergen weist also eine bedeutend grössere Anzahl von Echinodermen auf. Die meisten derselben sind hocharktisch, und der Unterschied wird also durch die Verschiedenheit in den hydrographischen Bedingungen hervorgerufen. Teilweise ist dies jedoch nicht der Fall; von den erwähnten Arten sind *Pteraster pulvillus* und *Pedicellaster typicus* arktisch-boreal, *Molpadia borealis* panarktisch; das Fehlen dieser Arten in Westspitzbergen muss demnach andere Ursachen haben, oder ist wahrscheinlich nur scheinbar.

Der Unterschied zwischen West- und Ostspitzbergen tritt noch schärfer hervor, wenn man ausser den obigen auch einige in beiden Gebieten gefundene Arten berücksichtigt. Michailovskij hat dies versäumt; meist fehlen wohl noch die zu einem solchen Vergleich nötigen Grundlagen, doch kann man schon jetzt einzelne Tatsachen ausfindig machen, die der Erwähnung wert sind.

Ophiopus arcticus ist ganz überwiegend in Ost- und Nordspitzbergen verbreitet; ein einziger Fund vor der Westküste kann fast als zufällig betrachtet werden. Wichtig ist auch die Verbreitung von *Poraniomorpha tumida*, welche im Osten überall vorkommt, im Westen nur vom kältesten Teil des Eisfjords bekannt ist.

Sowohl in der Artanzahl wie in einzelnen anderen Hinsichten ist also Westspitzbergen, wie Michailovskij richtig betont, durch eine Verarmung der Echinodermenfauna ausgezeichnet. Man muss sich fragen, ob der Spitzbergenast des Golfstroms, der diese Verarmung bewirkt, nicht andererseits auch eine Bereicherung der Fauna der Westküste hervorruft; wenigstens in einer andern Gruppe, unter den Fischen, hat er haupt-

sächlich diese Wirkung. Einige boreale, mit dem atlantischen Wasser bis an die Westküste gelangende Arten sind jedoch unter den Echinodermen nicht bekannt. Dagegen liegt es nahe zu vermuten, dass die wärmeres Wasser bevorzugenden arktischen und arktisch-borealen Arten eine reichere Entfaltung im Westen finden. In den meisten Fällen kann nichts hierüber gesagt werden. Die Verbreitung von *Chirodota laevis* scheint jedoch ein solches Beispiel zu geben; in Westspitzbergen ist diese Art stellenweise gemein, von der Ostseite ist nur ein einziger Fund bekannt. Wahrscheinlich meidet *Solaster endeca* die kältesten Gebiete.

Als wichtigstes Ergebnis seines Vergleiches hebt Michailovskij die Ansicht hervor, dass der Storfjord »seiner Fauna nach nicht, wie bisher angenommen wurde, zum Osten, sondern zum Westen Spitzbergens zu zählen» sei. Diese Ansicht scheint mir nicht richtig zu sein.

Es ist zunächst klar, dass ein blosser Vergleich zwischen der Anzahl gefundener Arten in dieser Hinsicht nichts beweist. Eine auffallend grosse Anzahl (6) von den in Ostspitzbergen lebenden Arten sind zwar weder aus dem Storfjord, noch aus Westspitzbergen bekannt; in nicht weniger als drei dieser Fälle kann jedoch, wie ich oben bemerkt habe, das Fehlen im letztgenannten Gebiet und folglich auch im Storfjord nichts mit den Temperaturverhältnissen zu tun haben.

Dagegen ist es richtig, wie Michailovskij auch besonders betont, dass die drei hocharktischen Arten *Hathrometra prolixa*, *Hymenaster pellucidus* und *Ophiopleura borealis* nicht aus dem Storfjord bekannt sind. Zu bemerken ist auch, dass *Ophiura sarsii* nur im Storfjord, nicht im übrigen Ostspitzbergen zu finden ist. Dem kann nur eine Art gegenübergestellt werden, welche in Westspitzbergen fehlt und für den Storfjord und das übrige Ostspitzbergen gemeinsam ist, *Cucumaria glacialis*. Es ist jedoch nicht einzusehen, warum das Vorkommen dieser hocharktischen Art gar keine, das Fehlen der drei übrigen eine so alles entscheidende Bedeutung haben sollte. Hierzu kommt, dass die Kaltwasserart *Poraniomorpha tumida* im Storfjord gemein ist, die Warmwasserart *Chirodota laevis* dort wahrscheinlich fehlt oder selten ist.

Diese Tatsachen zeigen, dass der Storfjord, ganz wie die hydrographischen Verhältnisse erwarten lassen, ein Übergangsgebiet zwischen dem übrigen rein hocharktischen Ostspitzbergen und dem niederarktischen Westspitzbergen bildet. Nach der Verbreitung der Echinodermen bekommt man den Eindruck, dass die Beziehungen zu Westspitzbergen etwas enger sind. Nach der übrigen Fauna scheint es mir jedoch zweifelhaft, ob diese Vorstellung richtig oder wenigstens allgemein gültig ist. Die Bedeutung des Fehlens der drei erwähnten hocharktischen Arten im Storfjord darf keineswegs unterschätzt aber auch nicht überschätzt werden. Zwei von ihnen, *Hathrometra prolixa* und *Hymenaster pellucidus*, steigen zwar unter hocharktischen Bedingungen bis in geringe Tiefe auf, doch wahrscheinlich nicht oder in der Regel nicht höher als 50 bis 75 m. Die Möglichkeiten ihres Auffindens im seichten Storfjord sind daher ziemlich beschränkt; gerade in der grössten Tiefe würden sie dem Einfluss des wahrscheinlich bisweilen ganz schwachen, bisweilen aber stärkeren Golfstromzweiges besonders ausgesetzt sein.

Die Fauna von Nordspitzbergen ist weniger gut bekannt, schliesst sich aber derjenigen von Ostspitzbergen eng an. Die Küstenfauna von Nordwestspitzbergen stimmt

dagegen näher mit derjenigen der Westküste überein; der Übergangscharakter dieser Gegend wird durch einen Fund in seichtem Wasser von *Hathrometra prolixa* angedeutet (norweg. Nordmeerexpedition).

Ost- und Westspitzbergen unterscheiden sich nicht allein im Klima, d. h. in den Temperaturverhältnissen des Wassers. Römer & Schaudinn (1900), welche die Bedeutung der Temperaturunterschiede nicht erkannten — sie machen auf das Vorhandensein des westspitzbergischen Golfstromastes, nicht aber auf die dadurch bedingte Verschiedenheit der Fauna aufmerksam — weisen auf einen anderen, durch den topographischen Charakter der Gebiete und die Strömungsverhältnisse erzeugten Unterschied hin; die Westküste zeigt »Fjordcharakter», die östliche Spitzbergensee »Strassencharakter»; sie ist vor allem ausgezeichnet durch starke Strömungen und grossen Reichtum an Plankton. Michailovskij scheint der Meinung zu sein, dass der Unterschied in der Fauna nur durch den Golfstrom bewirkt wird. Die von Römer und Schaudinn hervorgehobenen Verhältnisse sind jedoch sicher von der allergrössten Bedeutung und die von ihnen betonten faunistischen Unterschiede (Überwiegen von festsitzenden Formen im Osten usw.) werden dadurch hervorgerufen.

Was die Echinodermen betrifft, bemerken die beiden erwähnten Forscher, dass die Angehörigen dieser Gruppe, ganz besonders die Ophiuriden, im Westen eine reiche Entfaltung zeigen und als die Charaktertiere dieses Gebietes betrachtet werden können; im Osten treten sie ganz in den Hintergrund. Diese Beobachtung ist zweifellos richtig, darf aber nicht missverstanden werden. Die westspitzbergischen Arten sind, wie aus dem Obigen hervorgeht, alle auch im Osten verbreitet. Man stelle sich auch nicht vor, dass sie — ausser in den Fällen, wo sie die Temperaturbedingungen meiden — dort wirklich selten sind; die in Westspitzbergen gemeinsten Schlammarten (*Ophiocten sericeum, Ophiacantha bidentata, Ctenodiscus crispatus, Myriotrochus rinkii* usw.) sind, wie meine Karten zeigen, auch auf der Ostseite gemein; sie sind aber sicher nicht in grossen Gebieten so vorherrschend wie z. B. im Eisfjord.

Was Römer und Schaudinn von den Echinodermen aussagen, muss eine wichtige Einschränkung erfahren: es hat nur für die Schlammarten Gültigkeit. Die auf verschiedenartigem Grund lebenden Arten sind sicher ganz ebenso gemein im Osten, und die an harten Boden gebundenen oder solchen Grund bevorzugenden Tiere sind zweifellos dort häufiger. Ganz besonders gilt dies von den Planktonfängern. *Cucumaria frondosa* und *Psolus phantapus*, welche so selten im Eisfjord vorkommen, sind an der ganzen Ostseite gemein, ebenso die im Eisfjord nicht gefundene Art *Phyllophorus pellucidus* (und *drummondii*).

Schliesslich ist in diesem Zusammenhang die Frage zu beantworten, ob eine allgemeine tiergeographische Grenzlinie für eine westliche oder östliche Fauna das Spitzbergengebiet durchläuft. Unter den Echinodermen befindet sich *Cucumaria glacialis* dort an ihrer Westgrenze. Der Verlauf der Grenze mitten durch die Inselgruppe ist jedoch keine Folge der östlichen Herkunft, sondern beruht auf den heutigen klimatischen Bedingungen (s. oben S. 260). Alle übrigen Echinodermen sind weit östlich und westlich von Spitzbergen verbreitet.

Anmerkungen zu den Fundortslisten.

I 24. und 25.7 an zwei hydrographischen Stationen in der Svensksundstiefe in 300 m Tiefe + 2,42°, bzw. + 2,51°; Salzgehalt 34,85 bzw. 34,88 ‰.
II Nach mehreren Beobachtungen an anderen Stellen in der Safe Bay, 15.7 und 5.8.
III 5.8, 138 m Tiefe: —0,51°.
IV 20 m: + 0,47°; 30 m: — 0,59°.
V St. 17, 100 m von St. 16: + 0,27°.
VI NW. von St. 19 in 50 m Tiefe.
VII Siehe die Hydrographischen Ergebnisse und oben S. 183—184 (100, meist 60—140 m fast überall negative Temperatur oder wenigstens etwa 0°); bei St. 22 und 23 vgl. auch St. 20 (85 m: —0,28°).
VIII Nach Messungen an der Oberfläche.
IX Siehe die Hydrographischen Ergebnisse.
X Nach Messungen im Ostarm und im Eingang der Billen Bay.
XI Wahrscheinlich (nach den Temperaturverhältnissen an St. 51 und 56 zu urteilen).
XII Nach Messungen an der Oberfläche, 18.7.
XIII Etwas NW. von St. 69, 18.7, 75 m Tiefe: + 1,69°.
XIV Nach Messungen an der Oberfläche und am Eingang der Coles Bay, 18.7, zu urteilen.
XV Nach Messungen NO. von St. 72, 28.7.
XVI Nach Messungen am Eingang und in der Mitte der Advent Bay, 27. und 28.7.
XVII Nach mehreren Messungen im Eingang der Advent Bay, im Ost- und Nordarm, 27. und 30.7, 29.8.
XVIII In der Nähe von St. 76 und 77.
XIX Unweit von St. 79, 12.8, 27 m: + 1,82°.
XX Etwas NO. von St. 81, 12.8.
XXI Im Eingang in die Billen Bay, 12.8, 27 m: + 1,82°.
XXII Nach Messungen im Eingang und im inneren Teil der Billen Bay, 12. und 17.8.
XXIII Etwa 100 m NO. von St. 88, in 75 m Tiefe; Salzgehaft daselbst 34,55 ‰.
XXIV Nach Messungen SW. von St. 91 und in der Mitte der Ekman Bay, 19. und 20.8.
XXV 22 m, 24.8: + 2,61°, Salzgehalt 33,40 ‰.
XXVI Wahrscheinlich; siehe die Hydrographischen Ergebnisse.
XXVII NO. von St. 117, 30 m, 26.8: + 2,01°.
XXVIII NO. von St. 121.
XXIX SW. von St. 122, 26.8, 40 m: — 0,13°; 50 m: — 1,16°.
XXX Äusserer Teil der Dickson Bay, 26,8, 0 m: + 3,62°; 10 m: + 3,82°.
XXXI Äusserer Teil der Dickson Bay, 26.8, 30 m: + 2,01°.
XXXII Nach Messungen etwas N. von St. 126 und 127, 22.8.

Literaturverzeichnis.

Agassiz, A., 1863. Synopsis of the Echinoids collected by Dr. W. Stimpson on the North Pacific Exploring Expedition. Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia 1863.

——, 1865. [The geographical distribution of the Sea Urchin of Massachusetts Bay, the Echinus granulatus of Say.] Proc. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 9.

——, 1872—1874. Revision of the Echini. Illustr. Catal. of the Mus. of Comp. Zool. N:o 7. (Cambridge, Mass.)

——, 1877. North American Starfishes. Mem. Mus. Comp. Zool. Vol. 5. (Cambridge, Mass.)

——, 1881. Report on the Echinoidea dredged by H. M. S. »Challenger». Chall. Rep., Zool. Vol. 3.

——, 1883. Rep. on the res. of dredg. und. the superv. of Al. Agassiz in the Gulf of Mexico (1877—78) etc. Report on the Echini. Mem. Mus. Comp. Zool. Vol. 10. (Cambridge, Mass.)

—— & Clark, H. L., 1907 Preliminary report on the echini collected in 1906 among the Aleutian Islands etc. by the »Albatross». Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. 51. (Cambridge, Mass.)

Allen, E. J., 1899. On the Fauna and Bottom-Deposits near the Thirty-Fathom Line from the Eddystone Grounds to Start Point. Journ. Mar. Biol. Assoc. (N. S.) Vol. 5. (Plymouth.)

Appellöf, A., 1892. Om Bergensfjordens faunistiske praeg. Bergens Mus. Aarsber. f. 1891.

——, 1896, 1897. Faunistiske Undersögelser i Herlöfjorden. — Faunist. Unders. i Osterfjorden. Bergens Mus. Aarb. 1894—95, 1896.

, 1905, Havbundens Dyreliv. Norges Fiskerier, udg. af Selsk. f. d. Norske Fiskeriers Fremme. I. Norsk Havfiske, 1:ste Del. (Bergen.)

–, 1906, Die dekapoden Crustaceen. Meeresfauna von Bergen, Heft. 2 u. 3. (Bergen.)

—, 1912, Invertebrate Bottom Fauna of the Norwegian Sea and North Atlantic. Murray, J., & Hjort, J., The Depths of the Ocean, Chapt. VIII. (London.)

——, 1912 a. Über die Beziehungen zwischen Fortpflanzung und Verbreitung mariner Tierformen. Verh. d. VIII. Int. Zool.-Kongr. z. Graz 1910.

—— & Grieg, J., 1891. Übersicht über die Meeresfauna in der nächsten Umgebung von Bergen. (In: Brunchorst, J., Die biologische Meeresstation in Bergen.) Berg. Mus. Aarsber. f. 1890 (oben unter Grieg zitiert).

Aurivillius, C. W. S., 1886. Hafsevertebrater från nordligaste Tromsö Amt och Vestfinmarken. Bih. t. K. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd. 11, Afd. 4. (Stockholm.)

——, 1898. Om hafsevertebraternas utvecklingstider vid Sveriges vestkust. Ibid. Bd. 24.

Awerinzew, S., 1909. Einige Beiträge zur Verbreitung der Bodenfauna im Kola-Fjorde. Int. Rev. d. ges. Hydrobiol. Bd. 2.

Ayres, W. O., 1851. (Observations upon the Holothuridae of our coast [u. a.]). Proc. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 4.

Beaumont, W. I., 1900. The fauna and flora of Valencia harbour on the west coast of Ireland. P. II. Proc. R. Irish Acad. Vol. 5. (Dublin.)

Bell, F. J., 1883. Report on the Echinodermata, collected by Mr. Francis Day in H. M. S. »Triton» off the Eastern Coast of Scotland in July 1882. Journ. Linn. Soc. London, Zool. Vol. 17.

——, 1889. Report of a Deep-sea Trawling Cruise off the SW. coast of Ireland. Echinodermata. Ann. Mag. Nat. Hist. (6) Vol. 4.

——, 1890. Notes on the Echinoderms collected ... off the South-west of Ireland in H. M. S. »Research». Journ. Mar. Biol. Ass. (N. S.) Vol. 1.

——, 1892. Catalogue of the British Echinoderms in the British Museum. (London.)

, 1892 a. On the Echinoderms collected ... in 1890 and ... 1891 off the West Coast of Ireland. Proc. R. Dubl. Soc. (N. S.) Vol. 7.

——, 1892 b. On the Characters an Variations of Pontaster tenuispinus. Proc. Zool. Soc. London 1892.

Bergh, C. A., 1871. Iakttagelser öfver djurlifvet i Kattegat och Skagerack. (Diss., Lund.)
Bidenkap, O., 1899, 1899 a. Undersögelser over Lyngenfjordens evertebratfauna. — Tromsösundets Echinodermer. Tromsö Mus. Aarsh. Bd. 20 (1897).
Brady, G. S., 1865. Deep-sea Dredging on the Coasts of Northumberland and Durham in 1864. Rep. Brit. Assoc. f. 1864.
Brandt, J. F., 1835. Prodromus descriptionis animalium ab H. Martensis in orbis terrarum circumnavigatione observatorum. Fasc. 1. Petropoli.
——, 1851. Bemerkungen über die Asteriden und Echiniden des Ochotskischen, Kamtschatkischen und Behringschen Meeres. Middendorffs Sibirische Reise, Bd. II, T. 1.
Breitfuss, L. L., 1903, 1912. Expedition für wissensch.-praktische Untersuchungen an der Murmanküste. Bericht über die Tätigkeit pro 1902, pro 1903. (Petersburg.)
Britten, M., 1907. Holothurien aus dem Japanischen und Ochotskischen Meere. Bull. Acad. sc. St. Pétersbourg (5) Vol. 25, 1—2 (1906).
Bush, Katherine J., 1884. Catalogue of Mollusca and Echinodermata dredged on the Coast of Labrador by W. A. Stearns, in 1882. Proc. U. S. Nat. Mus. Vol. 6 (1883). (Washington.)
Carpenter, P. H., 1886. The Comatulæ of the »Willem Barents»-Expedition 1880—1884. Bijdr. t. d. Dierk. Afl. 13. (Amsterdam.)
——, 1887. Zoologische Bijdragen tot de Kennis der Karazee. II. Report on the Comatulæ. Ibid. Afl. 14.
——, 1888. Report on the Crinoidea of the Challenger Expedition. P. 2. The Comatulæ. Chall. Rep., Zool. Vol. 26.
——, 1894. Notes on some arctic Comatulæ. Journ. Linn. Soc. London, Zool. Vol. 24.
Carpenter, W. B. 1869. Preliminary Report of Dredging Operations in the Seas to the North of the British Islands in H. M. »Lightning». Proc. R. Soc. London Vol. 17 (1868—69).
——, Jeffreys, J. G. & Thomson, W., 1870. Preliminary Report of the Scientific Exploration of the Deep Sea in H. M. »Porcupine», 1869. Ibid. Vol. 18.
Chadwick, H. C., 1886. Report on the Ophiuroidea of the L. M. B. C. District. Fauna of Liverpool Bay, 1. Rep. Auch in: Proc. Liter. and Philos. Soc. Liverp. Vol. 40. Append.
——, 1889. Second Report on the Echinodermata of the L. M. B. C. District. Fauna of Liverpool Bay, 2. Rep. Auch in: Proc. and Trans. Liverp. Biol. Soc. Vol. 3.
Clark, A. H., 1907. New Genera of recent free Crinoids. Smiths. Misc. Coll. Vol. 50 (Quart. Iss. Vol. 4). (Washington.)
——, 1908. Desciptions of new species of recent unstalked Crinoids from the North Pacific Ocean. Proc. U. S. Nat. Mus. Vol. 33. (Washington.)
——, 1908 a. Some points in the ecology of recent Crinoids. Amer. Natural. Vol. 42.
——, 1910. On a collection of Crinoids from the Copenhagen Museum. Vidensk. Meddel. naturh. For. Köbenhavn f. 1909 (Jg. 61.)
——, 1913. The Crinoids of the Museum für Naturkunde, Berlin. Proc. U. S. Nat. Mus. Vol. 43. (Washington.)
Clark, H. L., 1901. Synopsis of North American Invertebrates. XV. The Holothurioidea. Amer. Natural. Vol. 35.
——, 1901 a. Echinoderms from Puget sound. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 29.
——, 1902. Notes on some North Pacific Holothurians. Zool. Anz. Bd. 25.
——, 1904. The Echinoderms of the Woods Hole Region. Bull. U. S. Fish. Comm. Vol. 22 (f. 1902). (Washington.)
——, 1905. Fauna of New England. 4. List of the Echinodermata. Occas. Pap. Boston Soc. 7.
——, 1907. The Apodous Holothurians. A monograph of the Synaptidæ and Molpadidæ. Smiths. Contr. to Knowl. Vol. 35. (Washington.)
——, 1911. North Pacific Ophiurans in the collection of the U. S. National Mus. Bull. U. S. Nat. Mus. Vol. 75. (Washington.)
——, 1912. Hawaiian und other pacific Echini. Mem. Mus. comp. zool. Vol. 34. (Cambridge, Mass.)
Coe, W. R., 1912. Echinoderms of Connecticut. Bull. Connect. Geol. Nat. Hist. Surv. N:o 19. (State Connect. publ. Doc. N:o 47). (Hartford.)
Cole, W., 1904. Henricia sanguinolenta in the Colne River. Essex Natur. Vol. 13.
Colgan, N., 1905. Notes on the invertebrate fauna of Skerries, Co. Dublin. Irish Natur. Vol. 14.
——, 1912. Self evisceration in the Asteroidea. Ann. Mag. Nat. Hist. (8) Vol. 10.
Collin, J., 1884. Om Limfjordens tidligere og nuværende marine Fauna. (Köbenhavn.)
Conseil permanent international pour l'exploration de la mer, 1904, 1905, 1907, 1909. Bull. des Rés. acq. pend. les courses périod. Année 1903—04 (gedr. 1904), 1904—05 (1905), 1905—06 (1907), 1906—07 (1907 u. [suppl.] 1909). (Copenhague.)
Couteaud, 1894. Rapport sommaire sur les collections d'histoire naturelle faites pendant la campagne de la Manche à l'île Jan Mayen et au Spitzberg. Nouv. Arch. Miss. Scient. Vol. 5.
Cuénot, L., 1887. Contribution à l'étude anatomique des Astérides. Arch. zool. exp. gén. (2) P. 5. Suppl.

Cunningham, J. T., 1895. North Sea Investigations. Journ. Mar. Biol. Assoc. Vol. 4. (N. S.) (Plymouth.)
v. Dalla Torre, K. W., 1889. Die Fauna von Helgoland. Zool. Jahrb. Suppl.-Heft. 2.
Dalyell, J. G., 1851. The Powers of the Creator. Vol. 1. (London.)
Danielssen, D. C., 1859. Beretning om en zoologisk Reise i sommeren 1858. K. Norske Vidensk.-Selsk. Skrift. Bd. 4. (Trondhjem.)
–, 1861. Beretning om en zoologisk Reise foretagen i sommeren 1857. Nyt Magaz. f. Naturvid. Vol. 11. (Kristiania.)
, 1892. Echinida. Den Norske Nordhavs-Expedition (The Norwegian North-Atlantic Expedition) 1876—1878. Zool. (Kristiania.)
–, 1892 a. Crinoidea. Ibid.
– & Koren, J., 1882. Holothurioidea. Ibid.
—— & Koren, J., 1884. Asteroidea. Ibid.
De Morgan, W., 1913. The Echinoderms collected by the »Huxley» from the North side of the Bay of Biscay in August 1906. Journ. Mar. Biol. Assoc. (N. S.) Vol. 9. (Plymouth.)
Derjugin, K. M., 1906. [Murmansche Biologische Station 1899—1905.] Trav. Soc. nat. St. Petersb. 37. Livr. 4. (Russisch.)
——, 1912. Die Murmansche Biologische Station. Proc. 7. Intern. zool. Congr. Boston 1907. (Cambridge, Mass.)
Des Arts, L., 1911. Über die ersten Entwicklungsstadien von Cucumaria frondosa etc. Bergens Mus. Aarb. f. 1910.
Desor, E., 1851. [Zoological Investigations among the Shoals of Nantucket]. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 3.
Dickie, G., 1858. Report on the Marine Zoology of Strangford Lough. Rep. Brit. Assoc. f. 1857.
Düderlein, L., 1900. Die Echinodermen der Olga-Expedition. Wiss. Meeresunt. (N. F.) Bd. 4, Abt. Helgol.
——, 1906, 1906 a. Arktische Seeigel. Arktische Crinoiden. Fauna arctica Bd. 4. (Jena.)
——, 1911. Über japanische und andere Euryalæ. Abh. Bayr. Akad. Wiss., II. Kl., II. Suppl.-Bd., 5. Abh. (München.)
Doflein, F., 1906. Fauna und Ozeanographie der japanischen Küste. Verh. Deutsch. Zool. Ges. 1906. (Leipzig.)
v. Düben, M. W., & Koren, J., 1846. Öfversigt af Skandinaviens Echinodermer. K. Sv. Vet.-Akad. Handl. f. 1844. (Stockholm.)
Duncan, M., & Sladen, P., 1877. Report on the Echinodermata collected during the arctic Expedition 1875—76. Ann. Mag. Nat. Hist. (4) Vol. 20.
—, 1878. Echinodermata. In: Nares, Narr. of a voy. to the Polar sea 1875—76 etc. Vol. 2.
——, 1881. A memoir on the Echinodermata of the Arctic sea to the West of Greenland. (London.)
D'Urban, W. S. M., 1880. The Zoology of Barents Sea. Ann. Mag. Nat. Hist. (5) Vol. 6.
Edwards, Ch. L., 1907. The Holothurians of the north Pacific coast of North America, coll. by the Albatross in 1903. Proc. U. S. Nat. Mus. Vol. 33. (Washington.)
–, 1910, 1910 a. Revision of the Holothurioidea, I, Cucumaria frondosa (Gunn.) 1767. — Four species of Pacific Ocean Holothurians allied to Cucumaria frondosa (Gunner.). Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. Bd. 29.
Fabricius, O., 1780. Fauna grœnlandica. (Hafniæ.)
Fewkes, J. W., 1888. Echinodermata, Vermes, Crustacea, and pteropod Mollusca. Int. Pol. Exp., Rep. on the Proc. U. S Exp. to Lady Franklin Bay, Grinnell Land. Vol. 2.
——, 1891. An Aid to a Collector of the Coelenterata and Echinodermata of New England. Bull. Essex Inst., Salem. Vol. 23.
Fischer, P., 1872. Echinodermes des côtes de la Gironde et du sudouest de la France. Actes Soc. Linn. de Bordeaux (3) P. 7.
Fischer, F., 1886. Echinodermen von Jan Mayen. Die Österreich. Polarstat. Jan Mayen, Beob. Ergebn. Bd. 3.
Fisher, W. K., 1911. Asteroidea of the North Pacific and adjacent waters, P. 1. Bull. U. S. Nat. Mus. Vol. 76. (Washington, Smiths Inst.)
Fleming, J., 1828. History of British Animals. (Edinburgh.) (2. Ed. London 1842.)
Forbes, E., 1839. On the Asteriade of the Irish Sea. Mem. Werner. Nat. Hist. Soc. Edinburgh Vol. 8.
——, 1841. A history of British Starfishes and other Animals of the Class Echinodermata. (London.)
——, 1851. Report on the Investigation of British Marine Zoology by means of the Dredge. P. 1. Rep. Brit. Assoc. f. 1850.
——, 1852. Notes on animals of the class Echinodermata collected by Dr. Sutherland in Assistance Bay. In: Sutherland, Journ. of a Voy. in Baffin Bay and Barrow Straits 1850—1851. Vol. 2, Append. (London.)
– (& Godwin-Austen, R.), 1859. The Natural History of the European Seas. (London.)
Fulton, T. W., 1890, 1891, 1893, 1894, 1897, 1898. Reports on the trawling experiments of the 'Garland'. Ann. Rep. Fish. Board f. Scotl. 8 (f. 1889), 9 (f. 1890), 11 (f. 1892), 12 (f. 1893), 15 (f. 1896), 16 (f. 1897).
Gadeau de Kerville, H., 1894, 1898, 1901. Recherches sur les Faunes marines et maritimes de la Normandie. Bull. Soc. d. amis d'hist. nat. de Rouen (3) Vol. 30, (4) Vol. 36.
——, 1900. Note sur la Faune de la fosse de Hague (Manche). Bull. Soc. zool. France. Vol. 25.

GANONG, W. F., 1885, 1888, 1890. The Invertebrata of Passamaquoddy Bay. — The Echinodermata of New Brunswick. — Zoological Notes. Bull. Nat. Hist. Soc. N. Brunsw. N:o 4, 7, 9. (St. John, N. B.)
GARSTANG, W., 1892. Notes on the Marine Invertebrate Fauna of Plymouth for 1892. Journ. Mar. Biol. Ass. Vol. 2.
——, 1905. Report on the trawling investigations, 1902—3. Mar. Biol. Ass., 1. Rep. on Fish. and hydrogr. Invest. in the North Sea (southern Area). (North Sea Fish. Invest. Comm., Rep. N:o 2.) (London.)
GOULD, A., 1841. Report on the Invertebrata of Massachusetts. (Cambridge, Mass.)
GRAY, J. E., 1848, List of the Specimens of British Animals in the Collection of the British Museum. Part I: Centroniæ or Radiated Animals. (London.)
GRIEG, J. 1889. Undersögelser over dyrelivet i de vestlandske fjorde. II. Echinodermer. Bergens Mus. Aarsber. f. 1888.
——, 1891, Siehe APPELLÖF & GRIEG, 1891.
——, 1893. Ophiuroidea. Den Norske Nordhavs-Expedition (The Norweg. North-Atlantic Exped.) 1876—1878. Zool. (Kristiania.)
——, 1893 a. Grönlandske Ophiurider. Bergens Mus. Aarb. f. 1892.
——, 1896. Om echinodermfaunaen i de vestlandske fjorde. Ibid. 1894—95.
——, 1897. Om Bukkenfjordens echinodermer og mollusker. Stavanger Mus. Aarber. f. 1896.
——, 1898. Skrabninger i Vaagsfjorden og Ulvesund, ytre Nordfjord. Bergens Mus. Aarsb. f. 1897.
——, 1900. Die Ophiuriden der Arktis. Fauna arctica. Bd. 1. (Jena.)
——, 1903. Oversigt over det nordlige Norges echinodermer. Bergens Mus. Aarb. f. 1902.
——, 1904, 1904 a, 1907. Echinodermen von dem norwegischen Fischereidampfer »Michael Sars» in den Jahren 1900—1903 gesammelt. I (1904). Ophiuroidea. — II (1904 a). Crinoidea. — III (1907). Asteroidea. Ibid. f. 1903, 1906.
——, 1907 a, 1909 a. Echinodermata. Rep. on the 2. Norweg. Arct. Exp. in the »Fram» 1898—1902. Vol. 2. (1907, Suppl. 1909.) (Kristiania.)
——, 1909. Invertebrés du Fond. Duc d'Orléans, Croisière Océanogr. de la Belgica dans la mer du Grönland 1905. (Bruxelles.)
——, 1910. Echinodermes. Duc d'Orléans, Camp. arct. de 1907. (Bruxelles.)
——, 1910 a. Ophiura griegi Strand, en varietet af Ophiura sarsi Lütken. Nyt Magaz. f. Naturvid. Bd. 49. (Kristiania.)
——, 1912. Sognefjordens Echinodermer. Arch. f. Math. og Naturvid. Bd. 32. (Kristiania.)
——, 1914. Bidrag til kundskapen om Hardangerfjordens fauna. Bergens Mus. Aarb. f. 1913. (Sonderabdr. ohne Druckjahr! 1913?)
——, 1914 a. Evertebratfaunan paa havdypet utenfor »Tampen». Ibid. f. 1914.
GRUBE, E., 1851. Über Chiridota discolor Eschsch. Middendorffs Sibir. Reise, Bd. II, T. 1.
GUNNERUS, J. E., 1767. Beskrifning på trenne Norrska Sjö-Kräk, Sjö-Pungar kallade. K. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd. 28. (Stockholm.)
HADDON, A. C., 1888. Second Report on the Marine Fauna of the South-west of Ireland. Proc. R. Irish Acad. (3). Vol. 1. (Dublin.)
HALLEZ, P., 1892, Dragages effectuées dans le Pas de Calais, IV. Rev. biol. Nord France. Vol. 4.
HAMBERG, A., 1906. Hydrographische Arbeiten der . . . schwedischen Polarexpedition 1898. K. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd. 41. (Stockholm.)
HASSAL, A. H., 1842. A list of Invertebrata found in Dublin Bay. Ann. Mag. Nat. Hist. (1) (Vol. 9.)
HEAPE, W., 1888. Preliminary Report upon the Fauna and Flora of Plymouth Sound. Journ. Mar. Biol. Assoc. Vol. 1. (London.)
HELLAND-HANSEN, B., & NANSEN, F., 1912. The Sea west of Spitsbergen. Vidensk. Selsk. Skrifter I. Mat.-Naturv. Kl. 1912, N:o 12. (Kristiania.)
HENDERSON, J. R., 1888. The Echinodermata of the Firth of Clyde. Pr. R. Phys. Soc. Edinb. Vol. 9.
HERDMAN, W. A., 1886. Report upon the Crinoidea, Asteroidea, Echinoidea and Holothurioidea of the L. M. B. C. District. Fauna of Liverpool Bay, 1. Rep. (London.) (Auch: Proc. Liter. and Philos. Soc. Liverp. Vol. 40, Append.)
——, 1889. The second annual Report of the Liverpool Biological Station on Puffin Island. Fauna of Liverp. Bay. 2. Rep.
——, 1892. Notes on the Collections made during the Cruise of the S. Y. »Argo» up the West Coast of Norway in July, 1891. Proc. Trans. Liverpool Biol. Soc. Vol. 6 (1891—92).
——, 1894, 1895, 1896. 7., 8., 9. annual Report of the Liverpool Biology Committee. Fauna of Liverp. Bay, 4., 5. Vol. of rep. (Auch: Proc. Trans. Liverp. Biol. Soc. Vol. 8, 9, 10.)
——, u. a., 1896 a. The Marine Zoology, Botany, and Geology of the Irish Sea. Fourth and Final Rep. of the Comm. Rep. Brit. Assoc. f. 1896.
——, 1901. 14. Report of the Liverp. Mar. Biol. Comm. Proc. Trans. Liverp. Biol. Soc. Vol. 15.
v. HEUGLIN, M. TH., 1874. Reisen nach dem Nordpolarmeer. (Braunschweig.)

Hey, W. C., 1903. Shore-collecting at Scarborough and Filey. Naturalist 1903.
Hjort, J., & Dahl, K., 1900. Fishing Experiments in Norwegian Fiords. Rep. Norw. Fish. and Mar. Inv. Vol. 1. (Kristiania.)
Hodge, G., 1871. Catalogue of the Echinodermata of Northumberland and Durham. Nat. Hist. Trans. North. and Durh. Vol. 4. (Newcastle.)
Hoek, P. P. C., 1889. Nahschrift of Crustacea Neerlandica II. Tijdschr. Nederl. Dierk. Ver. (2) Deel 2. (Leiden.)
Hoffmann, C. K., 1882. Die Echinodermen, gesammelt während der Fahrten des »Willem Barents» in den Jahren 1878 und 1879. Niederland Arch. f. Zool. Suppl.-Bd. I (Leiden, Leipzig.)
Holm, Th., 1887. Almindelige Bemærkninger om Kara-hafvets Fauna. Dijmphna Togt. zool.-bot. Udbytte. (Köbenhavn.)
-, 1889. Beretning om de paa »Fylla's Togt i 1884 foretagne zoologiske Undersögelser i Grönland. Meddel. om Grönland 8. (Köbenhavn.)
Holt, E. W. L., 1892. Survey of Fishing Grounds, west Coast of Ireland, 1890—91. Sc. Proc. R. Dubl. Soc. (N. S.) Vol. 7.
Hörring, R., 1902. Rapport om Fiskeriundersögelserne under Færöerne og Island i Sommeren 1901. Fiskeri-Beretn. f. 1900—1901. (Köbenhavn.)
Horst, R., 1886—87. Naamlijst der tot de Nederlandsche Fauna behoorende Echinodermata. Tijdschr. Nederl. Dierk. Ver. Vol. 1. (Leiden.)
Howe, F. 1901. Report of a Dredging Expedition off the Southern Coast of New England, September, 1899. Bull. U. S. Fish. Comm. Vol. 19. (Washington.)
Hoyle, W. E., 1884. Report on the Ophiuroidea of the Færöe-Channell. Proc. R. Soc. Edinburgh Vol. 12.
——, 1884 a. A revised list of British Ophiuroidea. Proc. R. Phys. Soc. Edinb. Vol. 8.
——, 1890. On the Deepwater Fauna of the Clyde Sea-Area. Journ. Linn. Soc. London, Zool. Vol. 20.
—, 1891. A Revised List of British Echinoidea. Proc. R. Phys. Soc. Edinb. Vol. 10, P. 2.
Huxley, Th., 1852. Ascidians and Echinoderms. In: Sutherland, Journ. of a Voy. in Baffin Bay and Barrow Straits 1850—51. Vol. 2, Append. (London.)
Hyndman, G. C., 1859. Report of the Belfast Dredging committee. Rep. Brit. Assoc. f. 1858.
Jackson, R. T., 1912. Phylogeny of the Echini. Mem. Bost. Soc. Nat. Hist. Vol. 7.
Jarzynsky, Th., 1885. Catalogus Echinodermatarum, inventarum in mari albo et in mari glaciali ad litus murmanicum anno 1869 et 1870. Anhang zu Wagner 1885.
Johnstone, J., 1905. Trawling observations and results. Proc. and Trans. Liverpool Biol. Soc. Vol. 19.
Kalischewskij, M., 1907. Zur Kenntnis der Echinodermenfauna des Sibirischen Eismeeres. (Rés. scient. d. l'Exp. Pol. Russe 1900—1903. Sect. E: Zool. Vol. 1, livr. 4.) Mém. Acad. imp. d. scienc. St. Pétersbourg (8) Cl. phys.-math. Vol. 18. N:o 4.
Kemp, S. W., 1905. The marine fauna of the west coast of Ireland. Part 3. Echinoderms. Rep. Fish. Ireland 1902—03. Pt. 2.
Kerbert, C., 1883—84. Echinodermen van de Oosterschelde (Echinodermes de l'Escaut de L'Est). Tijdschr. Nederl. Dierk. Ver. Suppl. Deel I. Afl. 2. (Leiden.)
Kiær, H., 1904. Dyrelivet i Dröbaksund. Nyt Mag. f. Naturvid. Bd. 42. (Kristiania.)
——, 1906 (»1905—06»), 1906 a, (»1906—07»). Tromsösundets fiske. — Om dyrelivet i Balsfjorden. Tromsö Mus. Aarsh. 27 (04), 28 (05).
—— & Wollebæk, F., 1913. Om dyrelivet i Kristianiafjorden. I. Nyt. Mag. f. Naturv. Bd. 51. (Kristiania.)
Kinahan, 1859. On the distribution of the Irish Echinodermata. Nat. Hist. Review Vol. 6.
Kingsley, J. S., 1901. Preliminary catalogue of the marine Invertebrata of Casco Bay, Maine. Proc. Portland. Soc. Nat. Hist. Vol. 2.
Klinckowström, A., 1892. Öfversigt af de zoologiska arbetena under expeditionen till Spetsbergen 1890. [G. Nordenskiöld, Redog. f. d. Sv. Exped. t. Spetsb. 1890. Bilaga VI.] Bih. t. K. Sv. Vetensk.-Akad. Handl. Bd. 17. (Afd. II.) (Stockholm.)
Knipowitsch, N., 1893. Einige Worte über die Fauna und physikalisch-geographischen Verhältnisse der Bucht Dolgaja Guba (Solowetskij-Insel). Rev. scienc. nat. publ. p. la Soc. d. Natur. St. Pétersbourg, 4:e année, 1893.
—, 1896. Eine zoologische Excursion im nordwestlichen Theile des Weissen Meeres im Sommer 1895. Ann. Mus. Zool. St. Pétersbourg T. 1.
——, 1900. Revue sommaire des travaux de l'expédition pour l'étude scientifique et industrielle du Mourmane. Bull. Acad. scienc. St. Pétersburg (5) Vol. 12. (Russisch, daher in der Regel nicht berücksichtigt.)
——, 1901. [Arbeit mit nur russischem Titel über die Ergebnisse der Dredgungen des »Ermak» 1901. Alle Angaben von Michailovskij wiederholt, daher von mir nicht berücksichtigt.] Ann. Mus. Zool. St. Pétersb. T. 6.
——, 1906. [Grundzüge der Hydrologie des Europäischen Eismeers.] Zap. Russ. Geogr. Obse. Bd. 42. (Russisch mit deutschem Résumé.)

KOEHLER, R., 1886. Contribution à l'étude de la faune littorale des iles anglonormandes. Ann. scienc. nat. (6) Zool. T. 20. (Paris.)
——, 1896. Résultats scientifiques de la campagne du Caudan dans le Golfe de Gascogne 1895. Echinodermes. Ann. de l'Univers. de Lyon Vol. 26.
——, 1898. Echinoides et ophiures provenant des campagnes du yacht »l'Hirondelle». Rés. camp. scient. Albert I de Monaco. Fasc. 12.
——, 1901. Note préliminaire sur les Echinoides, Ophiurides et Crinoides recueillis par la »Princesse Alice» dans les régions arctiques. Bull. Soc. Zool. France 1901.
——, 1906. Ophiures. Exped. scient. Travailleur et Talisman 8. (Paris.)
——, 1908. Echinodermes provenant des Campagnes du yacht »Princesse Alice». Astéroides, Ophiures, Echinides et Crinoides. Rés. Camp. scient. Albert I de Monaco Fasc. 34.
——, 1909. Echinodermes recueillis dans les mers arctiques par la mission arctique française. Bull. Mus. d'hist. nat. Paris 1909.
KOLTHOFF, G., 1901. Till Spetsbergen och nordöstra Grönland. (Stockholm.)
KOREN, J., & DANIELSSEN, D. C., 1856. Bidrag til Söstjernernes udvikling. Fauna litoralis Norvegiæ, 2. hefte. (Bergen.)
KÜKENTHAL, W., & WEISSENBORN, B., 1886. Ergebnisse eines zoologischen Ausfluges an die Westküste Norwegens. Jen. Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 19.
LANKESTER, E. R. 1882. Dredging in the Norwegian Fjords. Nature Vol. 26.
LEACH, W. E., 1819. Descriptions of the new species of animals discovered by H. M. S. »Isabella», in a voyage to the Arctic regions. Ann. of Philos. Vol. 14. (London.)
LESLIE, G., & HERDMAN, W. A., 1881. The Invertebrate Fauna of the Firth of Forth. Part I. Proc. Phys. Soc. Edinburgh. Vol. 6.
LEVINSEN, G. M. R., 1886. Kara-Havets Echinodermata. Dijmphna Togt. zool.-bot. Udbytte. (Köbenhavn.)
LILLJEBORG, W., 1851. Bidrag till Norra Rysslands och Norriges fauna, samlade under en vetenskaplig resa i dessa länder 1848. K. Svenska Vet.-Akad. Handl. 1850. (Stockholm.)
LINCK, J. H., 1733. De stellis marinis. (Lipsiae.)
LJUNGMAN, A., 1865. Tillägg till kännedomen af Skandinaviens Ophiurider. Öfvers. af K. Svenska Vet.-Akad. Förh., 21. årg., f. 1864. (Stockholm.)
——, 1867. Ophiuroidea viventia huc usque cognita. Ibid. 23. årg., f. 1866.
——, 1872. Förteckning öfver uti Vestindien samt . . . i Atlantiska Oceanen samlade Ophiurider. Ibid. 28. årg., f. 1871.
——, 1880. Förteckning öfver Spetsbergens Holothurider. Ibid. 36. årg., f. 1879.
LÖNNBERG, E., 1898. Undersökningar öfver Öresunds djurlif. Meddel. fr. K. Landtbruksstyrelsen N:o 1 år 1898 (N:o 43). (Uppsala.)
——, 1903. Undersökningar rörande Skeldervikens och angränsande Kattegat-områdes djurlif. Ibid. N:o 2 år 1902 (N:o 80).
LUDWIG, H., 1882. List of the holothurians in the collection of the Leyden museum. Notes fr. the Leyden museum Vol. 4. Note 10.
——, 1886. Echinodermen des Beringsmeeres. Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. Bd. 1
1900. Arktische und subarktische Holothurien. Fauna arctica Bd. 1 (Jena.)
——, 1900 a. Arktische Seesterne. Ibid.
——, 1900 b. Die Holothurien (der Olga-Expedition). In: DÖDERLEIN 1900.
——, 1905. Rep. on the scient. res. of the exped. to the trop. Pacific, on the »Albatross» 1899, 1900. Asteroidea. Mem. Mus. Comp. Zool. Vol. 32. (Cambridge., Mass.)
LUNDBECK, W., 1893. Beretning om Fiskeriundersögelser og dermed forbundne zoologiske Indsamlinger paa de islandske Fjorde i Sommeren 1893. Fiskeriberetn. f. 1892—93. (Köbenhavn.)
LÜTKEN, CHR., 1855. Bidrag til Kundskab om Slangestjernerne. I. Foreløbig Oversigt over Grönlandshavets Ophiurer. Vidensk. Meddel. Naturh. For. Köbenhavn f. 1854.
——, 1857. Oversigt over Grönlands Echinodermata. (Köbenhavn.)
——, 1857 a. De ved Danmarks Kyster levende Pighude. Vidensk. meddel. Naturh. Foren. Köbenhavn f. 1856.
——, 1858, 1869. Additamenta ad historiam Ophiuridarum. I, III. K. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter (5) Naturv. og mat. afd., Bd. 5, 8. (Köbenhavn.)
——, 1871, 1871 a. Gjennemsect Fortegnelse over de ved Danmarks Kyster levende Pighude; Efterskrift (1871 a). Vidensk. Meddel. Naturh. Foren. Köbenhavn f. 1871. (1872, Sonderabr. 1871.)
——, 1871 b. Et Bidrag til Kundskab om Spitsbergens Echinodermfauna. Ibid.
——, 1871 c. Fortsatte kritiske og beskrivende Bidrag til Kundskab om Söstjernerne (Asteriderne). (3 R.) Ibid.
LYMAN, T., 1865. Ophiuridæ and Astrophytidæ. Illustr. Catalogue Mus. Comp. Zool. I. (Cambridge, Mass.)
——, 1878, 1883. (Rep. on the Res. of Dredg. by the »Blake».) Rep. on the Ophiurans. Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. 5, 10. (Cambridge, Mass.)

Lyman, Th., 1882. Report on the Ophiuroidea of the Challenger Expedition. Challeng. Rep., Zool. Vol. 5, P. 1.
——, 1882 a. Report on Ophiuroidea. (Expl. of the Færöe Channel 1880 in »Knight Errant».) Proc. R. Soc. Edinburgh Vol. 11.
M'Andrew, R., & Barrett, L., 1857. List of Echinodermata, dredged between Drontheim and the North Cape. Ann. Mag. Nat. Hist. (2) Vol. 20.
v. Marenzeller, E., 1878. Die Cœlenteraten, Echinodermen und Würmer der K. K. österreich-ungarischen Nordpol-Expedition. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Math.-Naturw. Kl. Bd. 35.
——, 1903. Süljapanische Anneliden. III. Anhang: Über das Vorkommen arctischer Thiere in den Tiefen (300—1600 m) des Nordwestlichen Japanischen Meeres. Ibid. Bd. 72.
Marine Biological Association, 1906. Plymouth Marine Invertebrate Fauna. Journ. Mar. Biol. Assoc. (N. S.) Vol. 7. (Plymouth.)
——, 1909. Trawling investigations, 1904—05. I. Particulars of trawling Stations of S. S. Huxley. Mar. Biol. Ass., Int. Fish.-Invest., 2. Rep. (South. Area) on Fish. and hydr. invest. in the North Sea 1904—05. P. II (= North Sea Fish-Invest. Comm., 2. Rep. etc.). (London.)
Mastermann, A. T., 1902. The early Developement of Cribrella oculata (Forbes). Trans. R. Soc. Edinb. Vol. 40.
Meissner, M., & Collin, A., 1894. Echinodermen. (Beitr. zur Fauna der Nordsee, herausg. v. d. Biol. Anstalt auf Helgoland.) Wiss. Meeresunters. (N. F.) Bd. 1.
Michailovskij, M., 1902, 1904. Zoolog. Ergebn. der Russ. Exped. n. Spitzbergen). Echinodermen. Ann. Musée Zool. St. Pétersbourg Vol. 7. Nachtrag, Vol. 8.
——, 1905. Die Echinodermen der zoologischen Ausbeute des Eisbrechers »Jermak» vom Sommer 1901. Ibid. Vol. 9 (1904.)
M'Intosh, D. D., 1907. Meristic Variation in the Common Sun-star (Solaster papposus). Proc. R. Phys. Soc. Edinb. Vol. 17.
M'Intosh, W. C., 1875. The Marine Invertebrates and Fishes of St. Andrews. (Edinburgh.)
Möbius, K., 1873, 1873 a. Die wirbellosen Thiere der Ostsee. — Die auf der Fahrt nach Arendal gefangenen Tiere; Cœlenterata, Echinodermata, Bryozoa. (Ber. üb. d. Exped. z. phys.-chem. u. biol. Unters. d. Ostsee 1871 auf S. M. Pommerania.) Jahresb. d. Kommiss. z. wiss. Unters. d. deutsch. Meere in Kiel 1. Jg. f. 1871. (Berlin.)
——, 1874. Mollusken, Würmer, Echinodermen und Cölenteraten. Die 2. deutsche Nordpolfahrt 1869 und 1870. Bd. 2, Abt. 1. (Leipzig.)
——, 1893. Über die Thiere der schleswig-holsteinischen Austernbänke. Sitzber. Akad. Wiss. Berlin 1893.
——, & Bütschli, O., 1874. Echinodermata. (Exp. z. phys.-chem. u. biol. Unters. d. Nordsee 1872.) Jahresb. d. Kommiss. z. Unters. d. deutsch. Meere in Kiel Bd. 2. (Berlin.)
Morey, F., 1909. A Guide to the Natural History of the Isle of Wight. Echinodermata. (Zitiert nach dem Zoological Record.)
Mortensen, Th., 1897. Smaa faunistiske og biologiske Meddelelser. Vidensk. Medd. Naturh. Foren. Köbenhavn 1897.
——, 1904. Echinoderms from East Greenland. (Exped. t. Öst-Grönland 1898—1900, 3. Del. II.) Meddel. om Grönland 29. Heft., 1. Afd. (Köbenhavn.)
——, 1903, 1907. Echinoidea. I, II. Den Danske Ingolf-Expedition (The Danish Ingolf-Expedition). Vol. 4 (I, 1903; II, 1907).
——, 1910. Report on the Echinoderms collected by the Danmark-Expedition at North-East Greenland. (Danmark-Eksped. t. Grönl. Nordostkyst 1906—1908. Bd. 5 N:o 4.) Meddel. om Grönland 45. (Köbenhavn.)
——, 1913. Grönlands Echinodermer (Conspectus Faunæ Groenlandicæ). Ibid. 23 (1914).
Müller, J., 1841. Über die Gattungen und Arten von Comatulen. Ach. f. Naturg. Jg. 7.
——, & Troschel, F. H., 1842. System der Asteriden. (Braunschweig).
Müller, O. F., 1788, 1789, 1806. Zoologia danica. I—II; III, IV (Edit. Abildgaard etc.). (Havniae.)
Murdoch, J., 1885. Marine Invertebrates. Rep. of the intern. Polar Exped. to P. Barrow, Alaska. (Washington.)
Nansen, F., 1897. Fram over Polarhavet, II (S. 210). (Kristiania.)
Nichols, A. R., 1903. A list of Irish echinoderms. Proc. R. Irish Acad. (3) Vol. 24, 1902—04, Sect. B. (Dublin.)
——, 1907. [Contr. to the Nat. Hist. of Lambay.] Echinodermata. Irish Natur. Vol. 16. (Dublin.)
——, 1912. Clare Island survey. Echinodermata. Proc. R. Irish Acad. Vol. 31. (Dublin.)
Nielsen, J. N., 1909, 1910. Foreløbig Meddelelse om Undersögelser over Vestgrönlands Hydrografi, foret. under »Tjalfe»-Eksped. 1908. — Forel. Meddel. om de fra Briggen »Tjalfe» foret. hydrogr. Unders. 1909. (In: A. S. Jensen, Indber. om Fiskeriunders. v. Grönland i 1908, i 1909.) Beretn. og Kundgör. vedrör. Kolon. i Grönland N:o 2, 4. (Köbenhavn.)
Nobili, G., 1903. Echinodermi. S. 631 in »Osserv. scient. dur. la spediz. polare di S. A. R. Luigi Amedeo di Savoia 1899—1900». (Milano.)
Nordenskiöld, G., 1892. Redogörelse för den svenska expeditionen till Spetsbergen 1890. Bil. IV. Hydrografiska iakttagelser. Bih. t. K. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd. 17, Afd. II. (Stockholm.)

NORDGAARD, O., 1893. Enkelte track af Breitstadfjordens evertebratfauna. Bergens Museums Aarb. f. 1892.
——, 1899, 1901. Undersögelser i fjordene ved Bergen 1897—98, 1899. Ibid. f. 1898, 1900.
——, 1905. Hydrographical and biological investigations in Norwegian Fiords. (Bergens Museum.)
——, 1907. Mofjordens Naturforhold. K. Norske Vidensk. Selsk. Skrift. 1906. (Trondhjem.)
——, 1912, 1913. Faunistiske og biologiske Iakttagelser ved den Biologiske station i Bergen. — Nogle iakttagelser over temperatur og saltgehalt i Trondhjemsfjorden. Ibid. 1911, 1912.
NORMAN, A. M., 1862. On the Crustacea, Echinodermata, and Zoophytes obtained in deep-sea dredgings off the Shetland Isles in 1861. Rep. Brit. Assoc. f. 1861.
——, 1865. On the Genera and Species of British Echinodermata. I. Crinoidea, Ophiuroidea, Asteroidea. Ann. Mag. Nat. Hist. (3) Vol. 15.
——, 1869. Shetland final dredging Report. P. 3. On the Crustacea, Tunicata, Polyzoa, Echinodermata etc. Rep. Brit. Assoc. f. 1868.
——, 1877. Crustacea, Tunicata, Polyzoa, Echinodermata etc. of the »Valorous» Cruise. Proc. R. Soc. London Vol. 25.
——, 1893, 1894. A Month on the Trondhjemfjord. Ann. Mag. Nat. Hist. (4) Vol. 12, 13.
——, 1903. Notes on the natural history of East Finmark. Echinodermata. Ibid. (7) Vol. 12.
OHLIN, A., 1895. The Peary Auxiliary Expedition of 1894. Append. B, Zool., Prel. Rep. Bull. geogr. Club Philadelphia Vol. 1. Siehe auch Biol. Centralbl. Bd. 15.
ÖRSTED, A. S., 1844. De Regionibus marinis. (Havniæ.)
ÖSTERGREN, HJ., 1901. [Über die von der schwedischen zoologischen Polarexpedition 1900 einigesammelten Asteroidea, Echinoidea, Holothurioidea und Crinoidea.] (Ref. ein. Vortr. in der Zoolog. Sekt. von »Naturvetenskapliga Studentsällskapet», Uppsala.) Zool. Anz. Bd. 24.
——, 1903. The Holothurioidea of Northern Norway. Bergens Mus. Aarsb. f. 1902.
——, 1904. [Über die arktischen Seesterne.] (Ref. ein. Vortr. in der Zoolog. Sekt. von »Naturv. Studentsällsk.», Uppsala). Zool. Anz. Bd. 27.
——, 1905, 1905 a. Zur Kenntnis der skandinavischen und arktischen Synaptiden. — Zwei koreanische Holothurien. Arch. zool. exp. et gén. (4) Vol. 3, Notes et Rev. N:o 7, 8.
PACKARD, A. S., 1863. A list of Animals dredged near Caribou Island, southern Labrador, 1860. Canad. Natur. and Geolog. Vol. 8. (Montreal.)
——, 1866. View of the recent Invertebrate Fauna of Labrador. Mem. read bef. the Boston Soc. of Nat. Hist. Vol. 1.
——, 1876. Preliminary Report on a series of Dredgings made on the U. S. Coast Survey Steamer Bache in the Gulf of Maine (1873). U. S. Comm. Fish and Fisheries. P. 3. Rep. of the Comm. f 1873—74. (Washington.)
PEARCEY, F. G., 1885. Investigations on the Movements and Food of the Herring with additions to the marine Fauna of the Shetland Isles. Proc. R. Phys. Soc. Edinburgh Vol. 8.
——, 1902. The Echinoderms of the Moray and Cromarty Firths. 20. ann. Rep. Fish. Board f. Scotland P. 3.
——, 1902 a. Notes on the marine deposits of the Firth of Forth. Trans. Nat. Hist. Soc. Glasgow (N. S.) Vol. 6.
PERRIER, E., 1875—76. Révision de la collection de Stellérides du Museum d'histoire naturelle de Paris. Arch. Zool. exp. et gén. P. 4 (1875), P. 5 (1876).
——, 1891. Echinodermes. I. Stellérides. Miss. scient. du Cap Horn 1882—83 T. 6, Zool., 3. Part. (Paris.)
——, 1894. Echinodermes. I. Stellérides. Expéd. scient. du Travailleur et du Talisman 1880—83. (Paris.)
——, 1896. Contribution à l'étude des Stellérides de l'Atlantique Nord. Rés. d. camp. scient. Albert I de Monaco. Fasc. 11.
PETCH, T., 1903. Marine zoology at Filey. Naturalist 1903.
PETERSEN, C. G. J., 1889, 1889 a, 1893. Echinodermata. — Oversigt over skrabningerne. — Nogle almindelige Resultater (general Results). Det Vidensk. Udbytte af Kanonb. »Hauchs» Togter 1883—86, I, V. (Köbenhavn.)
——, 1893 a, 1894, 1896. Fra den Danske biologiske Station. — Om vore Flynderfiskes Biologi. — Togt med »Havörnen». Beretn. fr. d. Danske biol. Stat. 3, 4, 5 (auch Fiskeri-Beretn. f. 1892—93, 1893—94, 1894—95). (Köbenhavn.)
——, 1913. Havets Bonitering. II. Ibid. 21 (s. auch I: Ibid. 20, 1911.)
——, & LEVINSEN, J. CHR. L., 1900. Travlinger i Skagerak og det nordlige Kattegat i 1897 og 1898. Beretn. fra d. danske biolog. Station 9 (1899). (Fiskeri-Beretn. f. 1898—99.) (Köbenhavn.)
PFEFFER, G., 1886. Mollusken, Krebse und Echinodermen von Cumberland-Sund. Jahrb. Hamburg. wiss. Anst. 3. Jg.
——, 1890. Die Fauna der Insel Jeretik, Port Wladimir, an der Murmanküste. Ibid. 7. Jg. (1889)
——, 1894, 1894 a. Echinodermen von Ost-Spitzbergen. (Kükenthal und Walter 1889.) — Fische, Mollusken und Echinodermen von Spitzbergen (Kükenthal 1886). Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. Bd. 8 (1895).
PHIPPS, C. J., 1774. Voyage towards the North Pole 1773. Appendix. (London.)

Pourtalès, L. F., 1869. List of Holothuridæ from the deep-sea dredgings of the U. S. Coast Survey. Bull. Mus. comp. Zool. Vol. 1. (Cambridge, Mass.)
Pruvot, G., 1897. Essai sur les fonds et la faune de la Manche occidentale. Arch. Zool. exp. gén. (3) Vol. 5.
Rankin, W. M., 1901. Echinoderms collected off the West Coast of Greenland by the Princeton Arctic Expedition of 1899. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia Vol. 53.
Rathbun, R., 1886. Catalogue of the collection of recent Echini in the United States National Museum. Proc. U. S. Nat. Mus. Vol. 9. (Washington.)
Redeke, H. C., & van Breemen, P. J., 1903. Plankton en Bodemtieren in de Nordzee verzameld van 1—6 Augustus 1901 med de »Nelly». Tijdschr. Nederland. Dierk. Ver. (2) Vol. 8. (Leiden.)
Retzius, A. J., 1783. Anmärkningar vid Asteriæ Genus. K. Vetensk.-Akad. Nya Handl. T. 4. (Stockholm.)
Rodger, A., 1893. Preliminary Account of Natural History Collections made on a Voyage to the Gulf of St. Lawrence and Davis Straits. Proc. R. Soc. Edinb. Vol. 20 (1892—1895.)
Römer, F., & Schaudinn, F., 1900. Einleitung, Plan des Werkes und Reisebericht. Fauna arctica Bd. 1.
Ruijs, J. M., 1887. Zoologische Bijdragen tot de Kennis der Karazee (Niederl. Pool. Exped. 1882—83). Inleiding en algemeene mededeelingen. Bijdr. t. de Dierk. 14 Afl. (Amsterdam.)
Sabine, E., 1824. Marine Invertebrate Animals. In: Parry, Journ. f. the Disc. of a North-West Pass.; Suppl. to the Append. (London.)
Sars, G. O., 1869. Undersögelser over Christianiafjordens Dybvandsfauna. Nyt Magaz. f. Naturvid. Bd. 16. (Kristiania.)
— —, 1872. Nye Echinodermer fra den norske Kyst. Vidensk.-Selsk. Forh. f. 1871. (Kristiania.)
——, 1873. Bidrag til Kundskaben om Dyrelivet paa vore Havbanker. Ibid. f. 1872.
——, 1879. Nogle Bemærkninger om den marine Faunas Charakter ved Norges nordlige Kyster. Tromsö Mus. Aarsh. 2.
Sars, M., 1846. Fauna littoralis Norvegiæ. 1. heft. (Kristiania.)
——, 1850. Beretning om en i Sommeren 1849 foretagen zoologisk Reise i Lofoten og Finmarken. Nyt. Magaz. f. Naturvid. Bd. 6. (Kristiania.)
——, 1860. Beretning om en i Sommeren 1859 foretagen zoologisk Reise ved Kysten af Romsdals Amt. Ibid. Bd. 11.
——, 1861. Norges Echinodermer. Udgiv. af Vidensk.-Selsk. i Christiania.
——, 1863. Geologiske og zoologiske Iagttagelser, anstillede paa en Reise i en Deel af Trondhjems Stift i Sommeren 1862. Nyt Magaz. f. Naturvid. Bd. 12. (Kristiania.)
——, 1866. Om arktiske Dyreformer i Christianiafjorden. Vidensk.-Selsk. Forh. 1865. (Kristiania.)
——, 1868. Om Echinodermer og Cölenterater, fundne ved Lofoten. Ibid. 1867.
Sauvage, H. E., 1890. De la présence du Cribella oculata dans le Pas-de-Calais. Bull. Soc. Zool. France. Vol. 15.
——, 1890 a. Contribution à la connaissance de la faune au Pas-de-Calais. Bull. scient. de la France et de la Belg. Vol. 22.
Say, Th., 1825. On the species of the Linnæan genus Asterias inhabiting the coast of the United States. Journ. Ac. Nat. Sci. Philadelphia.
Schmidt, J., 1904. Fiskeriundersögelser ved Island og Færöerne i sommeren 1903. Skrifter utg. af Kommiss. f. Havundersög. N:o 1. (Köbenhavn.)
Schmitt, J., 1904. Monographie de l'île Anticosti. (Paris, Dissert.)
Scott, Th., 1892. Notes on some scottish Echinodermata. Ann. Scott. Nat. Hist. 1892.
, 1897. The marine Fishes and Invertebrates of Loch Fyne 15. Ann. Rep. Fish. Board f. Scotl. (f. 1896) P. 3. (Edinburgh.)
—, 1897 a. Report on a collection of Marine Dredgings, made on the West coast of Scotland. Proc R. Phys. Soc. Edinburgh. Vol. 13 (1894—97).
Semper, C., 1868. Reisen im Archipel der Philippinen. Wiss. Result. Vol. 1 (2) Holothurien. (Wiesbaden.)
Sharp, E. W., 1908, 1910. The Echinoderms of Guernsey. — Some Notes on the Marine Zoology of Alderney. Trans. Guernsey Soc. Nat. Science f. 1907, 1909.
Sladen, W. P., 1882. Asteroidea dredged during the Cruise of the »Knight Errant» 1880. Proc. R. Soc. Edinburgh. Vol. 11.
—, 1883. Asteroidea dredged in the Færöe Channel during the Cruise of H. M. S. »Triton» 1882. Trans. R. Soc. Edinburgh Vol. 32.
, 1889. Report on the Asteroidea collected by H. M. S. »Challenger». Chall. Rep., Zool. Vol. 30.
, 1891. Rep. on a Collection of Echinodermata from the South-West Coast of Ireland. Pr. R. Irish Acad. (3) Vol. 1 (1889—91). (Dublin.)
, 1897. On the Echinodermata. (Notes on Rockall Island and Bank.) Trans. R. Irish Acad. Vol. 31, P. 3. (Dublin.)
Sluiter, C. Ph., 1895, 1895 a, 1895 b. Die Asteroiden-, Die Echinoiden-, Die Holothurien-Sammlung des Museums zu Amsterdam. Bijdr. t. de Dierk. Afl. 17. (Leiden.)

SMITH, J., 1892. List of shells, etc. observed on the Ardeer and Irvine Beaches, Ayreshire. Proc. and Trans. Nat. Hist. Soc. Glasgow (N. S.) Vol. 3.
SMITH, S. I., & HARGER, O., 1874. Report on the Dredgings in the Region of St. George's Banks, in 1872. Trans. Connect. Acad. Arts and Scienc. Vol. 3. (New Haven.)
SOWERBY, J., 1806. British Miscellany. (London.)
STEENSTRUP, J., 1852, 1855. Myriotrochus Rinkii Stp., En ny form etc. — (Oversigt over de grönlandske Asteracanthion-Arter.) Vid. Meddel. Naturh. Foren. Köbenhavn f. 1851, 1854.
STIEREN, A., 1895. Die Insel Solowetzk im Weissen Meere und ihre biologische Station. Sitzb. Naturf. Ges. Dorpat Bd. 10.
STIMPSON, W., 1854. Synopsis of the marine Invertebrata of Grand Manan. Smithson. Contrib. Vol. 6. (Washington.)
——, 1854 a. [Summary of observations on the Fauna of the mouth of the Bay of Fundy.] Proc. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 4.
——, 1857. On the Crustacea and Echinodermata of the Pacific Shores of North America. Boston Journ. Nat. Hist. Vol. 6.
——, 1864. Synopsis of the Marine Invertebrates collected by the late Arctic Expedition under Dr. J. J. Hayes. Proc. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia 1863.
STORM, V., 1878. Beretning om Selskabets zoologiske Samling i Aaret 1877. K. Norske Vidensk.-Selsk. Skrifter Bd. 8 (1874—77). (Trondhjem.)
——, 1879. Bidrag til Kundskab om Trondhjemsfjordens Fauna. Ibid. 1878.
——, 1888. Solaster echinatus n. sp. tilligemed Oversigt over de i Trondhjemsfjorden fundne Asteroider. Ibid. 1886—87.
——, 1901. Oversigt over Trondhjemsfjordens fauna. Trondhjems biol. Stat., Medd. Stationsanl. arbeidskomité 1901. (Trykt som M. S.) (Trondhjem.)
STUXBERG, A., 1878. Echinodermer från Novaja Semljas haf, samlade under Nordenskjöldska Expeditionerna 1875—1876. Öfvers. K. Sv. Vet.-Akad. Förh. 35. Årg., 1878. (Stockholm.)
——, 1882. Evertebratfaunan i Sibiriens ishaf. Vega-Exped. vetensk. iakttag. Bd. 1. (Stockholm.)
——, 1886. Faunan på och kring Novaja Semlja. Ibid. Bd. 5.
STRUSSENFELT, A. M., 1765. Beskrivning på et Sjö-Kräk, Hafs-Spöke kalladt. K. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 26. (Stockholm.)
SUMNER, J. C., 1895. On the Echinodermfauna of Plymouth. Rep. Brit. Assoc. 1895.
SUMNER, F. B., 1910. An intensive study of the fauna and flora of a restricted area of sea bottom. (Proc. 4th Int. Fish. Congr.) Washington Bull. Bur. Fish. Vol. 28 (1908).
SÜSSBACH, S., & BRECKNER, A., 1911. Die Seeigel, Seesterne und Schlangensterne der Nord- und Ostsee. Wiss. Meeresunters. (N. F.) Bd. 12. Abt. Kiel.
Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionen, 1910. Hydrographische Beobachtungen der schwedischen Expedition nach Spitzbergen 1908. (Zoolog. Ergebn. d. schwed. Exp. n. Spitzb. 1908, T. 1.) K. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd. 45. (Stockholm.)
TEMPLETON, R., 1836. A Catalogue of the Species of Annulose Animals, and of Rayed Ones, found in Ireland. Mag. of Natur. Hist. Vol. 9. (London.)
TESCH, J. J., 1906. Bijdrage tot de fauna der zuidelijke Noordzee. I. Echinodermata verzameld met de »Wodan» 1902—1906. Jaarb. v. h. Rijksinstit. v. h. onderzoek d. zee, 1905. (Helder.)
THÉEL, HJ. 1877. Note sur quelques Holothuries des Mers de la Nouvelle Zemble. Nova Acta R. Soc. Ups. Ser. 3.
——, 1877 a. Mémoire sur l'Elpidia, nouveau genre d'holothuries. K. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd. 14.
——, 1882. Report on the Holothurioidea. Explor. of the Faröe Channel 1880 in H. M. S. »Knight Errant» Proc. R. Soc., Edinburgh Vol. 11.
——, (1882 a und) 1886. Report on the Holothurioidea dredged by H. M. S. Challenger. Chall. Rep., Zool. Vol. 4. (P. 1, 1882), P. 2, 1886.
——, 1907. Om utvecklingen af Sveriges zoologiska hafsstation Kristineberg och om djurlifvet i angränsande haf och fjordar. K. Svenska Vet.-Akad., Ark. f. Zool. Bd. 4. (Stockholm.)
THOMPSON, W., 1840. Additions to the Fauna of Ireland. Ann. Mag. Nat. Hist. (1) Vol. 5.
— , 1843, 1844. Results of deep Dredging off the Mull of Galloway. — Report on the Fauna of Ireland. Rep. Brit. Assoc. f. 1842, 1843.
——, 1856. The natural History of Ireland. Vol. IV. (London.)
THOMSON, WYVILLE, 1873. The Depths of the Sea. (London.)
TODD, R. A., 1903. Notes on the Invertebrate Fauna and Fish-food of the Bays between Start and Exmouth. Journ. Mar. Biol. Ass. (N. S.) Vol. 6. (Plymouth.)
VANHÖFFEN, E., 1897. Die Fauna und Flora Grönlands. Grönland-Exped. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin 1891—93. Bd. 2, 1. Teil. (Berlin.)

VERRILL, A. E., 1866. On the Polyps and Echinoderms of New England. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 9.
—, 1867. Notes on Radiata. Trans. Connect. Acad. Arts and Scienc. Vol. 1. (New Haven.)
—, 1871. [Marine Fauna of Eastport, Me.] Bull. Essex Instit. Vol. 3 (Salem, Mass.)
, 1873, 1874. Results of recent Dredging Operations on the Coast of New England. (Brief Contrib. to Zool. from the Mus. of Yale Coll.) Amer. Journ. Scienc. and Arts (3) Vol. 5, S. 1, 98 (1873); Vol. 6, S. 435 (1873); Vol. 7, S. 38, 131, 405, 498 (1874). (New Haven.)
——, 1873 a. Report upon the Invertebrate Animals of Vineyard Sound and adjacent waters. U. S. Comm. Fish and Fisheries P. 1., Rep. on the Cond. of the Sea fish. . . . 1871 and 1872.
, 1874 a. Explorations of Casco Bay in 1873. Proc. Amer. Ass. Adv. Scienc. Portland meet. (Abstr. Amer. Journ. Scienc. and Arts, s. oben.)
——, 1878. Notice of Recent Additions to the Marine Fauna of the Eastern Coast of North America, N:o 1 and 2. Amer. Journ. Scienc. and Arts (3) Vol. 16.
——, 1879. Radiates In: KUMLIEN, Contributions to the Natural History of Arctic Americ. Bull. U. S. Nat. Mus. N:o 15. (Washington.)
——, 1880, 1882. Notice of the remarkable Marine Fauna occupying the outher banks off the southern coast of New England. Amer. Journ. Science and Arts (3) Vol. 20, (N:o 1), 23 (N:o 3, 4).
, 1880 a. Notice of Recent additions to the Marine Invertebrata of the North-eastern Coast of America. Proc. U. S. Nat. Mus. Vol. 2 (1879). (Washington.) (Smiths. Misc. Coll. Vol. 19.)
, 1885. Results of the Explorations made by the Steamer »Albatross» off the northern Coast of the United States in 1883. Ann. Rep. of the Commissioner of Fish and Fisheries for 1883.
——, 1894. Descriptions of new Species of Starfishes. Proc. U. S. Nat. Mus. Vol. 17. (Washington.)
——, 1895. Distribution of the Echinoderms of North-eastern America. Amer. Journ. Scienc. and Arts (3) Vol. 49.
——, 1899. Revision of certain Genera and Species of Starfishes with Descriptions of new forms. Trans. Connect. Acad. Arts and Scienc. Vol. 10, P. 1. (New Haven.)
—, 1900. North American Ophiuroidea I, II. Ibid. P. 2.
, 1909. Descriptions of New Genera and Species of Starfishes from the North Pacific Coast of America. Amer. Journ. Scienc. and Arts (3) Vol. 28.
, 1909 a. Remarkable development of Starfishes on the Northwest American Coast. Amer. Natural. Vol. 43.
——, & RATHBUN, R., 1880. List of Marine Invertebrata from the New England Coast. Proc. U. S. Nat. Mus. Vol. 2 (1879). (Washington) (Smiths. Misc. Collect. Vol. 19.)
VIGUIER, C., 1878. Anatomie comparée du squelette des Stellérides. Arch. zool. exp. et gén. T. 7.
WAGNER, N., 1885. Die Wirbellosen des Weissen Meeres. (Leipzig.)
WALKER, D., 1860. Notes on the arctic Zoology of the last Arctic Expedition under Captain Sir F. L. M'Clintoch. Journ. R. Dublin Soc. Vol. 3.
WALLICH, G. C., 1862. The North Atlantic Sea-Bed, comprising a diary of the Voyage on Board H. M. S. »Bull-dog» in 1860—1862.
WHITEAVES, J. F., 1871. Deep Sea Dredging in the Gulf of St. Lawrence. Nature, Vol. 5. (Canad. Natur. Vol. 6, N. S., 1872.)
——, 1872. Notes on a Deep-sea Dredging-Expedition round the Island of Anticosti in the Gulf of St. Lawrence. Ann. Mag. Nat. Hist. (4) Vol. 10.
——, 1874. On recent Deep-Sea Dredging Operations in the Gulf of St. Lawrence. Amer. Journ. Science and Arts (3) Vol. 7. (New Haven.)
——, 1901. Catalogue of marine Invertebrata of Eastern Canada. Geol. Surv. Canada. (Ottawa.)

Inhalt.

Seite.

Vorwort 3

Spezieller Teil:

Heliometra eschrichtii 9
Pontaster tenuispinus 13
Ctenodiscus crispatus 18
Poraniomorpha tumida 26
Solaster papposus 29
» *endeca* 37
Lophaster furcifer 43
Pteraster militaris 46
» *obscurus* 49
Henricia sanguinolenta 51
Stichaster albulus 56
Asterias mülleri groenlandica 59
» *hyperborea* 62
linckii 63
» *panopla* 68
Ophiura sarsii 71
» *robusta* 78
» *nodosa* 85
Ophiocten sericeum 88
Ophiopholis aculeata 98
Amphiura sundevalli 107
Ophiacantha bidentata 109
Ophioscolex glacialis 117
Gorgonocephalus agassizi 124
» *eucnemis* 132
Strongylocentrotus drobachiensis 135
Chirodota laevis 144
Myriotrochus rinkii 147
Eupyrgus scaber 152
Cucumaria frondosa 155
Psolus phantapus 160

Allgemeiner Teil:

Die Verbreitung der Echinodermen im Eisfjord.

Artanzahl und Häufigkeit 165
Einwirkung der Bodenbeschaffenheit 168
Einwirkung der Tiefe: bathymetrische Verbreitung 169
Einwirkung der Wassertemperatur 177
Allgemeine Bemerkungen über die Thermopathie 177
Übersicht der Eisfjordarten 181
Bemerkungen über die Hydrographie des Eisfjords 182
Einfluss der Temperaturverhältnisse auf die Verbreitung im Eisfjord 186
Einwirkung des Salzgehalts 190
Übrige Faktoren 192
Zusammenwirken der Faktoren Bodenbeschaffenheit, Tiefe, Wassertemperatur und Salzgehalt: das Verbreitungsbild der Echinodermen im Eisfjord 194

Allgemeine Verbreitung der Echinodermen der arktischen Region.

Historischer Überblick 198
Die nord-südliche Verbreitung der Nordmeerarten 202
Über die Begriffe arktisch, boreoarktisch und arktisch-boreal; verschiedene Kategorien von arktischen Arten 202
Übersicht 209
Hocharktische Arten 209
Panarktische Arten 214
Niederarktische oder niederarktisch-nördlich-boreale Art. 219
Arktisch-boreale Arten 219
Die Rassenfrage 230
Die Herkunft der arktisch-borealen Arten 232
Zusammenfassung: Übersicht der arktisch-borealen Echinodermen des Nordmeeres 245
Boreale und boreal-südliche, in die Grenzgebiete zwischen der niederarktischen und der boreoarktischen Region eindringende Arten 246
Zusammenfassende Übersicht der nord-südlichen Verbreitung 248
Die ost-westliche Verbreitung 248
Zirkumpolare Arten 249
Zirkumpolare Formenkreise 252
Vom pazifischen Gebiet unbekannte, aber trotzdem vielleicht zirkumpolare Arten 252
Atlantische Arten 253
Östliche Art 255
Westliche Arten 256
Pazifisch—westgrönländisch—sibirische Art 257
Pazifische Arten 258
Die Ursachen der verschiedenen Verbreitung. Herkunft der Arten 258
Die Verbreitung der Echinodermen im Spitzbergengebiet 265
Anmerkungen zu den Fundortsverzeichnissen 269
Literaturverzeichnis 270

Tryckt den 31 december 1915.

Uppsala 1915. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

DER EISFJORD
NACH DER KARTE VON GERARD DE GEER 1910
0 Km 10 20
KARTE 2.
Eupyrgus scaber.

DER EISFJORD
NACH DER KARTE VON GERARD DE GEER 1910
0 Km 5 10 20
EKMAN BAY
Ophiura sarsii.

LITH. C. THOMANDER, STOCKHOLM.

Uppsala 1915. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

3 9088 00045 3563
SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES